



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

INOVACE UZLU OBRÁBĚCÍHO STROJE

INOVATION OF A MACHINING NODE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Andrea Vintrová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Andrea Vintrová**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Ekonomika a procesní management
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Inovace uzlu obráběcího stroje

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je vytvoření návrhu inovace otočného stolu obráběcího stroje pro rozšíření technologických možností (jeho upínací vlastnosti) a portfolia potencionálních zákazníků.

Základní literární prameny:

IMAI, M. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.

JUROVÁ, M. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.

LIKER, J. K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá inovací otočného stolu pro obráběcí stroj ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. Práce je rozdělena do tří hlavních částí. První část práce tvoří teoretická východiska bakalářské práce, ve které jsou pojmy z oblasti výroby, strojírenství a inovace. Druhá část obsahuje analýzu současného stavu, představení podniku a stávajícího výrobku. V části třetí je vytvořeno vlastní navrhované řešení a technicko-ekonomické zhodnocení procesu.

Abstract

The bachelor thesis deals with the innovations of a rotary table for a machine tool in the company TOS KUŘIM – OS, a.s. Bachelor thesis is divided into three main parts. The first part of the thesis consists of the theoretical basic, which deals with concepts from the area of production, engineering and innovation. The second part contains an analysis of the current state, the presentation of the company and the existing product. In part three there is a own proposal for a solution and a technical-economic evaluation of the process.

Klíčová slova

výroba, obráběcí stroj, otočný stůl, inovace, magnetický upínač

Key words

production, machine tool, rotary table, innovation, magnetic fixture

Bibliografická citace

VINTROVÁ, Andrea. *Inovace uzlu obráběcího stroje* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/119466>.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Pavel Juřica.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 6. května 2019

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu práce panu Ing. et Ing. Pavlu Juřicovi, Ph.D., za jeho věnovaný čas, odbornou podporu a vstřícné vedení při psaní bakalářské práce. Mé poděkování patří také společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s. a to zejména panu Ing. Jiřímu Michelemu za jeho ochotu, rady a poskytnutí dat pro moji práci.

Velký dík patří mým spolužákům, přátelům a rodině za pomoc a podporu během celého studia. Největší dík patří Martinu Hlaváčkovi za jeho trpělivost a cenné rady.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	11
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	12
1.1 Výroba.....	12
1.1.1 Výrobní faktory.....	13
1.1.2 Výrobní proces.....	13
1.1.3 Výrobek	14
1.1.4 Druhy výroby	15
1.1.5 Technická příprava výroby	15
1.2 Obrábění.....	19
1.2.1 Obráběcí stroje.....	19
1.2.2 Otočný stůl	25
1.3 Inovace	27
1.3.1 Inovační proces	28
1.3.2 Inovační řady	28
1.4 Souhrn teoretické části	30
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	32
2.1 Představení společnosti	32
2.1.1 Cíle společnosti.....	32
2.1.2 Výrobní program.....	33
2.1.3 Velikost podniku.....	34
2.1.4 Historie společnosti.....	34
2.2 Charakteristika výrobku	35
2.2.1 Části výrobku.....	36
2.2.2 Technické parametry.....	38

2.2.3	Provedení otočného stolu.....	40
2.2.4	Ovládání stolu	42
2.2.5	Montáž a údržba.....	43
2.2.6	Bezpečnost a ochrana zdraví.....	43
2.2.7	Dodávání.....	44
2.2.8	Balení, doprava a skladování	44
2.3	Souhrn analýzy současného stavu.....	45
3	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ	46
3.1	Magnetický upínač	46
3.1.1	Faktory ovlivňující upínací sílu	47
3.1.2	Optimalizace upínací síly.....	47
3.2	Návrhy magnetických upínačů.....	48
3.2.1	Permanentní magnetický upínač	48
3.2.2	Elektromagnetický upínač	51
3.2.3	Elektro-permanentní magnetický upínač	53
3.3	Technicko-ekonomické vyhodnocení	56
	ZÁVĚR	59
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	60
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	63
	SEZNAM TABULEK	64
	SEZNAM PŘÍLOH.....	65

ÚVOD

Činnost každého podniku musí někam směřovat a mít svůj cíl. Právě jeho vymezení patří mezi výchozí úkoly nejen začínajícího podnikatele. Díky jasným idejím se podnik lépe řídí a je jasné, kam se orientuje.

V dnešní době je cílem každého podniku snaha o zajištění a udržení si stabilního místa na trhu, což je při dobrém obchodním postupu nesporná cesta k zisku. To ale dnes není snadné. Aby se v současném konkurenčním prostředí výrobní podnik udržel na trhu, nemůže jen čekat na přání svých zákazníků, ale je nutné pravidelně uvádět na trh nové produkty, které tak uspokojí jejich potřeby. Zároveň se musí neustále zlepšovat a zdokonalovat, protože to, co stačilo včera, dnes už bohužel stačit nemusí. Zákazník požaduje nejvyšší možnou kvalitu za akceptovatelnou cenu. Podniky na tento trend musí rychleji odpovídat, proto je velmi důležité, aby dokázaly najít ustálenost mezi požadovanou kvalitou a cenou. Podnik tak musí sledovat probíhající ekonomický a hospodářský stav a stanovit budoucí ekonomický vývoj.

Při investování do nových technologií byly dosud české podniky spíše opatrné. Inovace a investice do nových, moderních technologií nebo vlastních výzkumů se projevují jako nezbytný krok pro další rozvoj firem. Díky inovaci se otevírají brány k novým možnostem a napomáhají ke zvýšení konkurenceschopnosti, která je závislá na rychlosti reakce na potřeby zákazníků, nabízené kvalitě a ceně.

Podniky mohou zlepšit efektivitu a produktivitu výroby díky digitálním řešením a automatizaci. Mají možnost prorazit na dalších trzích a v současné ekonomické situaci podpořit své růstové ambice.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem bakalářské práce je vytvoření návrhu inovace otočného stolu obráběcího stroje pro rozšíření technologických možností (jeho upínací vlastnosti) a portfolia potencionálních zákazníků.

Jelikož v současné době podnik nemůže na otočném stole upínat malé, tenkostěnné a složité díly bez použití drahých upínacích přípravků, je nutné tuto slabou stránku eliminovat inovačním procesem. To bude zajištěno novým způsobem upínání jednotlivých dílů. Očekávaným přínosem pro podnik bude zvýšení počtu možných zákazníků rozšířením portfolia obráběných dílů.

Pro splnění hlavního cíle byly stanoveny dílčí cíle:

- zpracování teoretických východisek,
- analýza společnosti,
- rozbor stávajícího výrobku,
- identifikace problému,
- zpracování návrhu,
- technické a ekonomické zhodnocení návrhu.

Bakalářská práce se skládá ze tří hlavních částí – teoretické, analytické a návrhové. Teoretická část popisuje důležité pojmy z výroby a strojírenství, které lépe objasní spojitosti s částí analytickou.

V části analytické je představen podnik TOS Kuřim – OS, a.s., jeho cíle, výrobní program a historie. Součástí této části je seznámení se se stávajícím výrobkem podniku, jeho částmi, parametry, provedením, montáží a dodavatelskými vztahy.

Poslední část je tvořena návrhem na zlepšení využitelnosti výrobku. Následně jsou tato řešení posouzena pomocí technicko-ekonomického vyhodnocení. V závěru této práce jsou uvedeny podmínky realizace a celkové přínosy práce.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Hlavním cílem teoretické části je seznámení s důležitými pojmy, které se vyskytují v bakalářské práci a lépe objasní spojitosti s částí analytickou a s vlastním návrhem řešení. Nejprve je definována výroba, poté strojírenství, obráběcí stroje, jejich otočné stoly a na závěr je představen pojem inovace.

1.1 Výroba

Výroba je definována jako proměna vstupních zdrojů do výsledných statků a služeb, které dále procházejí spotřebou. V ekonomii za statky můžeme označit fyzické komodity, jež přispívají k uspokojování potřeb zákazníků. Služby jsou označovány jako úkony, po kterých existuje poptávka a často se nazývají jako statky nehmotné. Výsledkem výroby jsou statky a služby, které lze prodat a dosáhnout tak zisku a uspokojení potřeb spotřebitelů [1, s. 1].

Výrobu lze chápat jako rozpracování daných úkolů předkládaných fyzickému systému výkonů řídicí vyráběné množství, termíny zadávání a odvádění dávek jednotlivých operací, zpětná hlášení z procesů, porovnávání plánu se skutečností a činit vhodná rozhodnutí. Nejde pouze o vnitropodnikové řízení, ale také o řízení pohybu materiálu a zboží od dodavatelů do podniku a jednotlivých pracovišť a na druhou stranu k zákazníkům. Řízení výroby zahrnuje systémové inženýrství, personalistiku, informatiku, ekonomiku práce, výzkumy, bezpečnost, logistiku a další [2, s. 17-18].

Při rozhodování o zavedení výroby a následných cílech je pro podnik důležité položit si tři základní otázky a nalézt na ně odpovědi. Proč a kdo bude vyráběné statky a služby využívat? Co se bude v jakém množství vyrábět? Jak a jakými způsoby bude výroba probíhat? Následně z úspěšných odpovědí na tyto otázky se odvíjí otázky z oblasti financí, marketingu, logistiky, organizace, výroby a stanovení dílčích cílů [3, s. 57 a 71].

Při procesu řešení výroby se používají obecné zásady systému štihlé výroby, která se označuje jako proces o pěti krocích: vymezení hodnoty pro zákazníka, vymezení hodnotového toku, funkčnost toku, zpětná vazba od zákazníka a usilování o výtečnost. Při štihlé výrobě se usiluje o nepřerušovaný tok výrobku za pomoci přidávání hodnoty za co nejkratší možnou dobu a s pokud možno minimálními náklady a bez jediných ztrát [4, s. 30].

1.1.1 Výrobní faktory

Do výroby vstupují omezené výrobní faktory, které jsou využívány jako zdroje v procesu výroby. Za základní výrobní zdroje se považují přírodní zdroje (půda), práce, kapitál a informace.

Půda je souhrnné označení pro veškeré přírodní zdroje v omezeném množství – lesy, ornou půdu, vodu, vzduch, zdroje nerostných surovin, drahé kovy a nerosty.

Jako práce se vyznačuje veškerá uvědomělá lidská činnost, uplatitelná ve výrobním procesu, která přeměňuje přírodní zdroje v užitečné statky.

Pojem kapitál označuje, na rozdíl od půdy a práce, výrobní faktory, které jsou výsledkem lidské činnosti. Lze jej rozdělit na kapitál finanční (finanční prostředky v hotovosti a na běžném účtu) a fyzický (budovy, sklady, stroje, nástroje a zařízení).

Informace jsou v dnešní době pro výrobu nezbytné. Nejdůležitější podmínkou pro správnou informaci je „pravá informace v pravý čas“, neboť tento výrobní faktor ztrácí velmi rychle na své hodnotě [1, s. 1].

1.1.2 Výrobní proces

Ve výrobním procesu dochází k realizaci výroby systémem, který transformuje výrobní faktory do podoby statku nebo služby. Výrobní proces začíná zvolením konečného výrobku nebo služby, dále pokračuje určením variety a množstvím výrobků a služeb, rozhodnutím o použité technologii, uspořádáním a organizací výroby, dále probíhá samotná výroba a realizace. Na závěr se končí stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku a následný prodej. Při výrobním procesu je důležité si uvědomit, co proces zahrnuje, co je výrobek nebo služba a kdo je konečný zákazník [3, s. 69-71].

Výroba a výrobní procesy se vyskytují nejen v odvětví výrobních (v průmyslu, stavebnictví, zemědělství a dalších), ale i v odvětví poskytující služby (ve školách, nemocnicích, bankách, poradenských firmách, dopravě, atd.), proto je podstatné jejich úrovně správně identifikovat a řídit. Tyto procesy navíc úzce souvisí s ostatními procesy a funkcemi v podniku a jejich náplň se může případně lišit [1, s. 7].

Na základě výroby dochází k členění výrobního procesu do tří fází – předzhotovující, zhotovující a dohotovující. Předzhotovující fáze se v praxi nazývá jako tzv. předvýroba, to jsou ty fáze, které předcházejí výrobě – konstrukce, technologie, organizační příprava. Fáze zhotovující se označuje jako předmontáž a následná dohotovující fáze se nazývá jako montáž [5, s. 28].

Výroba bývá rozlišována podle míry plynulosti výrobního systému na plynulou a přerušovanou. Plynulá výroba probíhá prakticky nepřetržitě, tj. 24 hodin a 7 dní v týdnu po celý rok. Přerušení této výroby je pouze v případě nutných oprav výrobního zařízení. Příkladem nepřetržité výroby je např. zpracování ropy v rafinerii nebo výroba surové oceli. V přerušované výrobě je možné výrobní proces po určitých částech přerušit a pokračovat později. Bývá tedy zcela běžné přerušení po ukončení dané operace. Přerušovaná výroba probíhá pouze v předem stanovených časech. Typický příklad pro přerušovanou výrobu je strojírenství [1, s. 9].

1.1.3 Výrobek

Výrobek vychází z výrobních faktorů a následného výrobního procesu a je to *„jakákoliv movitá věc, která byla vyrobena, vytěžena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň jejího zpracování a je určena k nabídce spotřebiteli nebo lze rozumně předvídat, že bude užívána spotřebiteli, včetně věci poskytnuté v rámci služby, a to i v případě, že nebyla určena k nabídce spotřebiteli, pokud je tato věc dodávána v rámci podnikatelské činnosti úplatně nebo bezúplatně, a to jako věc nová nebo použitá či upravená.“*

Bezpečný výrobek je *„výrobek, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití nepředstavuje po dobu stanovenou výrobcem nebo po dobu obvyklé použitelnosti nebezpečí, nebo jehož užití představuje pro spotřebitele vzhledem k bezpečnosti a ochraně zdraví pouze minimální nebezpečí při užívání výrobku.“*

Přičemž se pro bezpečnost a ochranu zdraví spotřebitele sledují kritéria jako veškeré vlastnosti výrobku (životnost, složení, balení, způsob užívání a další). Dalšími kritérii jsou vlivy na další výrobek, společně s užíváním jiného produktu, způsob předvádění výrobku a rizika pro spotřebitele, ohrožující při používání výrobku [6].

1.1.4 Druhy výroby

Na charakteru výrobku, objemu výroby, technologiích a dalších faktorech závisí uspořádání a skladba konkrétních výrob a jejich řízení. Podle množství a počtu druhů výrobků se výroba dělí na kusovou, sériovou a hromadnou výrobu. Hlavní rozdíl mezi výrobami spočívá tedy ve velikosti sérií výrobků, v rozsahu provedených výkonů a ve složitosti výroby [1, s. 8].

Kusová výroba se zaměřuje na výrobu jednoho typu, nebo malého množství stejných výrobků. U této výroby se proces neustále mění v závislosti na výrobním programu podniku. Lze tak říci, že výrobky kusové výroby jsou komplikovanější. Mohou to být pracovní linky, výtahy, klimatizace a další. Výrobky individuálního charakteru se liší podle potřeb a přání zákazníků a na základě jejich objednávek se může hovořit o zakázkové výrobě [5, s. 47].

Při sériové výrobě se různé druhy výrobků vyrábí v sériích a při dokončení jedné série se přechází na sérii další. Produkty různých sérií jsou si velmi podobné, a proto mohou být vyráběny na stejném zařízení [5, s. 47].

Výroba hromadná se zaměřuje na výrobu jednoho výrobku ve velkém množství a po dlouhou dobu. Proces výroby se tak neustále pravidelně opakuje a je stabilizován. Jako příklad lze uvést výrobu textilní konfekce, nápojů, hutní druhovýrobu a jiné [1, s. 9-10].

1.1.5 Technická příprava výroby

Technická příprava výroby (označována jako TPV), do které se běžně zahrnuje konstrukční, technologická a organizační příprava výroby, stojí na samém počátku výrobního procesu. Je to soubor vzájemných činností v podniku, jejichž účelem je připravit efektivní technické a ekonomické řešení výrobku, technologie a organizace výroby ve shodě s potřebami trhu. Výrobu nelze zahájit, zajistit její průběh a plnit požadované dodávky zákazníkům bez úspěšného vyřešení TPV. Musí se zabezpečit vysoká jakost výrobků a rychlé zavedení do výroby. Předmětem přípravy výroby tak může být nový i upravovaný výrobek [3, s. 58].

Technická příprava výroby má dlouhodobý vliv nejen na uplatnění na trhu, na přežití podniku a jeho expandování, ale také na dodavatele, odběratele a kooperující podniky. V rámci přípravy výroby vznikají nové informační soubory, podklady pro kalkulaci a tvorbu ceny, podklady pro mzdovou agendu, plánování pracovních sil a jejich rozmisťování. Náročnost a složitost TPV závisí na technických atributech výrobku, provozních podmínkách, materiálové náročnosti, ekonomických a technických předpokladech firmy a schopnosti práce patřičných pracovníků [5, s. 52].

Konstrukční příprava výroby

Konstrukční příprava začíná ve chvíli, kdy je shromážděno dostatečné množství informací k obměně produktu a navazuje na průzkum trhu provedený v rámci marketingové činnosti. Ke splnění cíle lze využít různých způsobů – využití konstrukčních principů, vyhotovení konstrukční koncepce, výsledek funkčního znázornění výrobku a podobně [7, s. 44].

Cyklus konstrukční přípravy by měl být z hlediska času optimálně dlouhý, aby se dal lépe kontrolovat průběh samostatných etap. Dělí se tedy na tři hlavní etapy – zpracování návrhu výrobku, konstrukční výsledek výrobku, výroba a ověření prototypu a následná spolupráce konstruktérů při technologické části i při zavedení výroby [5, s. 53].

Nejlepší nástin výrobku by měl vystupovat z porovnání více variant a následného rozhodnutí. Samotný návrh se dále zabývá jediným jasným podkladem, který zahrnuje podrobně rozpracované údaje o výrobku, jeho částech, výkresech hlavních dílů, sestavách a částech, schématech, návrzích technických podmínek výroby a dalších. Technicko-ekonomické zhodnocení daného postroje ke konstrukci je nezbytnou součástí technického projektu. Nejde totiž jen o práci konstruktérů, ale o spolupráci všech pracovníků, kteří se starají o potřeby a přání zákazníků a podílí se tak na projektu [5, s. 54].

S praktickou výrobou a využitím spotřebitele se využívá prvního zkušebního výrobku, který za pomoci funkčních zkoušek stvrzuje podmínky shodné s reálným výrobkem a jeho využíváním a zda bude mít požadovaný úspěch na trhu. Při úspěšném složení zkoušek se vyhotoví ověřovací série vyrobena na podkladech nového technologického postupu. Konečná fáze konstrukční přípravy pak znamená zpřesnění a doplnění informací potřebných pro technologické zpracování a vlastní výrobu – výkresy, konstrukční schémata a rozpisky částí celkového produktu. Výstupem této činnosti jsou také technické

podmínky pro výrobu, provoz, obsluhu, údržbu, popřípadě uskladnění a návody k použití [7, s. 44].

Technický výkres zachycuje hotové dílo společně se všemi jeho částmi označené číslicemi a písmeny, které začínají u sestavy, podsestavy a končí u detailu.

Konstrukční rozpisky – kusovníky, vytvářeny konstruktérem za pomoci programů pro navrhování výrobku, jsou seznamy veškerých použitých částí ke konstrukci a konečnému výrobku, všech součástí a výchozích materiálů včetně potřebného množství [5, s. 54-55].

V současné době často nastává rozhodovací problém, kdy se kromě funkčnosti a bezporuchovosti výrobku přihlíží k jeho estetičnosti, ergonomii, způsobu obsluhy a barevnému provedení. Při zvolení zcela jiného parametru tedy dochází k problému při rozhodování, který má určitý vliv na celý výrobní proces, jeho přípravu, cenu, kvalitu a pracnost [7, s. 44].

Technologická příprava výroby

Technologická příprava výroby jasně ovlivňuje ekonomiku výroby. Hlavním cílem druhé fáze přípravy výroby je rozhodnutí o provedení jednotlivých operací, během nichž se výchozí materiál a jeho tvar transformuje na konečný výrobek. Technologický postup slouží jako podklad pro kontrolu, řízení výroby a tvorbu nutné dokumentace – výdej materiálu, polotovarů, nářadí, nástrojů, pozorování odpracované doby, určení výrobní dávky a nároky na zajištění výrobní kapacity. Zachycuje informace o sledu a obsahu operací, kdy při široké různosti by měly být dodrženy dvě základní části – výkonová a materiállová. Výkonová část využívá čísla součástí, čísla pracovišť, sled a popis jednotlivých úkonů. Část materiállová obsahuje data z konstrukčního kusovníku [5, s. 55].

Tuto část přípravy je možno rozdělit do tří dílčích etap – technologická příprava výroby prototypu, technologická příprava sériové výroby a spolupráce při seřizování a rozbíhání výroby. Při výrobě prototypu se rozpracovává obsáhlý soubor činností všech stránek technologie, jejichž úkolem je kontrola výkresů, vypracování technologických postupů, vypracování soustavy norem spotřeby výrobních činitelů a vypracování seznamu polotovarů a jejich výkresů. Ve druhé etapě se zpracovává podrobné ověření prototypu a současně se konstruuje speciální nářadí, nástroje a další přípravky. V kontrole realizace technologických úmyslů spočívá seřizování a rozběh výroby, její přenesení do praxe a následné odstranění možných vad [5, s. 56].

Výstupem této etapy jsou technologické postupy, které obsahují normy spotřeby materiálu a normy spotřeby času. Dle rozsahu složitosti a technické funkčnosti se dokumentace technické přípravy liší. Návodka obsahuje podrobný popis operací sloužící jako základ pro práci výrobních dělníků v hromadné a sériové výrobě. Pojímá údaje o času práce, číslech a popisech operací, číslech a označení pracovišť, údaje o využívaném materiálu, nářadí, nástrojích, přípravcích a často bývá součástí i výkres [7, s. 45-46].

Organizační příprava výroby

Posledním procesem přípravy výroby je organizace, která spolupracuje s konstrukcí, s technologickou přípravou výroby a dalšími složkami zabezpečující nástroje, nákup, energie a další.

Cílem této fáze je nejprve sladit všechny předchozí etapy, aby výroba probíhala nepřerušovaně, plynule a co nejefektivněji. Výstupem je uspořádání materiálového toku jednotlivých pracovišť, intenzita a rychlost na základě přesných požadavků. Z odhadovaného či propočteného objemu výroby se následně rozhoduje o potřebném zařízení, počtu a struktuře použitých pomocných zařízení, zajištění vhodného materiálu, správném množství kvalifikovaných pracovníků a jejich uspořádání ve výrobě. Předposlední etapou je ověření navrhovaného výrobku a odzkoušení ověřovací výrobní série. Závěrečný úsek tvoří iniciační jednání s dodavateli a zajištění kooperačních vztahů [7, s. 47].

1.2 Obrábění

Strojírenské odvětví patří do sekundárního sektoru a zabývá se návrhem, výrobou a údržbou strojů a zařízení. Je to náročný obor založený na znalostech o materiálech a jejich zpracování, na principech fyziky, techniky a dalších oborech. Ve většině případů je využíváno rozsáhlé stavební a technické zařízení, které soustřeďuje výrobní zařízení poloautomaty, automaty, roboty a kvalifikovanými pracovníky. V současné době dochází k neustálému vývoji tohoto oboru, avšak mezi základní obory patří například strojírenství chemické, elektrotechnické, dopravní, textilní a výroba obráběcích strojů [8].

„Obrábění je technologický proces, při kterém požadovaný tvar a rozměr strojírenské součástky vzniká postupným odebráním materiálu ze základního výrobku. Materiál se odebrá většinou ve formě třísek, které jsou oddělovány jednou anebo několika řeznými hranami nástroje“ [9, s. 16].

Mezi tradiční způsoby obrábění patří třískové mechanické obrábění, řezání a ruční a strojní obrábění. Do netradičních způsobů se řadí obrábění chemické, elektrojiskrové, proudem vody a světelným paprskem [9, s. 17].

1.2.1 Obráběcí stroje

Jedním z nejdůležitějších a nejpoužívanějších pracovních prostředků v průmyslové výrobě a ve strojírenství je obráběcí stroj. Na strojích závisí kvalita a efektivnost strojírenské výroby, která v rozhodující míře určuje technickou úroveň vyráběných výrobků. Jeho vývoj je proto spjat se společenským vývojem lidstva [10, s. 11].

Pod pojmem obráběcí stroj se rozumí orientovaný stroj zhotovený pro třískové obrábění materiálu. Nejrozšířenějšími obráběcími stroji jsou stroje na kovy, dřevo, sklo, umělou hmotu, keramiku a jiné materiály [11, s. 11].

Historie a vývoj

V první řadě byly pracovními prostředky zpravidla nástroje ručně zhotovené a ovládané, které byly vyrobeny z kamene, dřeva a kostí. Sloužily k ručnímu obrábění předmětu a byly důležité k tehdejšímu životu. První soustruhy, používány na dřevo, byly z počátku poháněny ručně, jelikož se vodní pohon objevil až později. Využívaly se například k výrobě misek [12, s. 14].

Později, pomocí vývoje, došlo k rozpoznání kovů, jejich využití a zpracování. V té době došlo k období rozvoje technologií ručního obrábění kovů, kdy si člověk osvojil kování a slévání, aby dokázal vyrobit kovový nástroj, jehož tvrdost postupně zvyšoval. Poté dospěl k ručnímu obrábění [12, s. 15-18].

K přechodu z ruční síly k tovární výrobě se zasloužil koncem 18. století vynález parního stroje, který měl rychlé uplatnění v průmyslu. Posléze i vynález elektrického motoru změnil během 19. století význam pracovní síly, kdy docházelo k rozvoji základních druhů obráběcích strojů v podobě, kterou známe dnes [10, s. 11-12].

První programové stroje, nazývané NC stroje, byly vyvinuty v 50. letech 20. století v USA a v Japonsku. Jednalo se o stroj vybavený jednoduchým řídicím systémem s elektronkovými obvody. Využívaný program byl uložen na mechanické paměti. Uplatnění nejčastěji nacházely složité součásti ve velkých sériích jako vrtačky a vyvrtávací stroje, které umožnily automatický proces probíhající samostatně bez obsluhy [13].

Postupem času se NC stroje začaly vybavovat počítači a právě zde se začala psát historie CNC strojů. Díky počítači došlo ke zjednodušení a urychlení samotného procesu programování a řízení stroje. Výroba se stala kvalitnější a výkonnější, omezila se zmetkovitost a snížila se cena [13].

Se zkratkou CNC se nejčastěji setkáváme v souvislosti s vrtáním a obráběním. Ve skutečnosti je ale možné na ně narazit kdekoliv, kde je možné vyrábět více dílů stejnou technologií, jelikož u CNC stroje stačí jen změna v programu. V dnešní době jsou stroje nejčastěji využity pro broušení, frézování, obrábění, vrtání a řezání různých materiálů [13].

„CNC rozumíme v širším slova smyslu činnost číslicového počítače pro řízení pohybu nástroje a obrobku definovanou rychlostí, po dané trajektorii v prostoru nebo rovině.

Při číslicovém řízení obráběcích strojů jde konkrétně o řízení procesu obrábění (hlavní a vedlejší řezný pohyb), polohovacích i pomocných funkcí na základě číselných údajů a příkazů“ [14, s. 17].

Druhy obráběcích strojů

Obráběcí stroje dělíme podle druhu řezného pohybu obrobku nebo nástroje a to na stroje:

- S hlavním pohybem rotačním – soustruhy, frézky, vrtačky, vyvrtávačky.
- S hlavním pohybem přímočarým – hoblovky, obrážečky, protahovačky.
- S hlavním pohybem kombinovaným – honovačky, lapovačky [11, s. 13].

Podle pracovního rozsahu obráběcího stroje dělíme stroje na:

- Univerzální – možnost vyrábět obrobky různých druhů a rozměrů různými operacemi. Dále tyto stroje můžeme rozdělit na široce univerzální a úzce univerzální. Široce univerzální stroj je např. revolverová vrtačka, na které lze provádět řadu různých základních operací – frézování, vyvrtávání, řezání závitů a další. Úzce univerzálním strojem je např. konzolová frézka, která se používá pro obrábění výrobků různých druhů a velikostí.
- Speciální – obrábějí se plochy stejného druhu na obrobkách různých druhů a velikostí. Mezi ně patří například stroje na výrobu ozubení, soustruhy na ozubení apod.
- Jednoúčelové – jsou konstruovány pro stále stejné operace na stejném obrobku. Sem patří například stavebnicové obráběcí stroje pro hromadnou výrobu [11, s. 14].

Mezi obráběcí stroje patří stroje rozdělené podle následujícího způsobu obrábění.

Soustruhy

Třískové obráběcí stroje s hlavním otáčivým pohybem, vykonávaný obrobkem, který je upnut na vřetenu a vedlejším pohybem přímočarým nebo křivočarým, který koná nástroj – soustružnický nůž. Soustruh je primárně určen pro soustružení, ale lze na něm obrábět i vnitřní rotační plochy válcové a kuželové, řezat závity, vrtat, vyvrtávat, frézovat drážky atd. Soustruhy se dělí na hrotové, univerzální hrotové, čelní, svislé a revolverové [12, s. 38-39].

Frézky

Jsou to obráběcí stroje určeny pro obrábění ploch různých tvarů, nejčastěji frézování drážek, rovinných, zakřivených a rotačních ploch. U frézky hlavní otáčivý pohyb koná nástroj. Posuv, který zpravidla koná obrobek, může být přímočarý a výjimečně otáčivý. Základní typy frézek jsou konzolové, stolové, rovinné a speciální [12, s. 53-54].

Vrtačky

Používají se pro obrábění otvorů šroubovými vrtáky, k vrtání, hrubování, vystružování, zahlubování a řezání závitů. Vrtáním se tedy rozumí vytvoření díry vrtákem v materiálu. Hlavní pohyb otáčivý koná vrták a přímočarý pohyb zpravidla koná také nástroj. Vrtačky dělíme na stolní, sloupové, stojanové, otočné a speciální [11, s. 146].

Vyvrtávačky

Jsou primárně využívány pro obrábění děr otáčejícím se nožem. Vyvrtáváním se tedy rozumí úprava díry, která byla nějakým způsobem předzhotovena například vrtáním. Vyvrtávačky lze rozdělit na vodorovné, souřadnicové, jemné a speciální [9, s. 60-61].

Hoblovky a obrážecíky

Tyto stroje jsou určeny pro opracování rovinných vodorovných, svislých a šikmých ploch. Hlavní řezný pohyb přímočarý vykonává buď obrobek upnutý na pracovním stole, nebo nástroj upnutý na suportu. Jsou vhodné pro obrábění dlouhých a úzkých ploch a složitých tvarů, kde mohou mít větší výkon než rovinné frézky [12, s. 101-102].

Brusky

Používají se pro přesné broušení válcových, kuželových vnějších a vnitřních ploch. Brousí se brusným kotoučem rovinné i tvarové plochy, závitů a kola. Tyto nástroje pracují s malými průřezy třísek a s velkými rychlostmi, kdy se docílí velké přesnosti a hladkosti plochy. Brusky dělíme na hrotové, bezhroté, rovinné, nástrojářské a na díry [11, s. 220-221].

Hlavní části obráběcích strojů

Rám, lože, konzoly, stoly, stojany a suporty jsou mezi sebou spojeny hlavními spojovacími součástmi obráběcích strojů, kdy se převážně používají šrouby a kolíky různých velikostí, které musí být ve své vzájemné přesnosti a poloze. K dalším součástem například patří:

Hřídele

Jsou to podlouhlé součásti strojů, na kterých jsou obvykle připevněny i další součásti, které se společně otáčejí kolem své osy. Hřídele mohou být nosné, uchopené pevně v rámu, na kterých se otáčejí součásti, hřídel s uchycenými koly nebo hybné, na kterých jsou upevněny strojní součásti jako ozubená kola, řemenice a podobně [10, s. 236].

Unášivá spojení

Unášivě spojeny s hřídelí pomocí per a drážkováním mohou být ozubená kola, spojky, řemenice a jiné součásti. Pera se používají nejčastěji, jelikož se ve většině případů vystačí pouze s jedním perem. Pokud se využívá dvou per, volí se umístění proti sobě. Také se využívají drážkové hřídele a to v případě, kde nelze použít pero s dostatečnou délkou, například k uložení přesuvných kol [10, s. 243-444].

Kluzná ložiska

Jsou často ve tvaru válce a skládají se z ložiskového čepu a ložiskové pánve. Podle tlaku nosného prostředí lze ložiska dělit na hydrodynamická, kde vzniká tlak nosného prostředí přímo v ložisku a na hydrostatická, u nichž tlak nosného prostředí pochází od zevnějšího zdroje nacházejícího se mimo ložisko [10, s. 247].

Valivá ložiska

Tato ložiska převládají nad kluznými, neboť mají více předností. Je to menší součinitel tření, čímž se zmenší ztráty, zjednoduší konstrukce a údržba strojů, zjednoduší se mazání, které umožňuje využití většího počtu otáček a zmenší se vymezení vůle v soustavě ložisek. Ložisko se skládá z vnitřního kroužku, vnějšího kroužku a valivých rotačních elementů, které snižují tření mezi hřídelí a součástí [10, s. 255].

Spojky

Jsou to strojní součásti, které spojují hnací a hnaný hřídel sloužící k přenosu točivého momentu a zároveň vyrovnávají vzájemné nesouososti obou hřídelí. Používá se spojek tuhých, které pevně spojují dvě souosé hřídele, poddajné spojky, které tlumí nárazy a vibrace a pojistné spojky chránící mechanismus proti přetížení [10, s. 268].

Brzdy

Slouží k zastavení a zpomalení pohybující se součásti nebo ji udržuje v klidu. Kuželové brzdy se používají k zabrždění malých hmot otáčejících se nižšími rychlostmi. Rozšířenější jsou však brzdy lamelové [10, s. 277].

Řemenové převody

Za pomoci řemenu se přenáší točivý moment mezi hnacím a hnaným hřídelem, kde pohyb řemenu je tvořen v důsledku třením mezi řemenem a řemenicí. Při velké vzdálenosti řemenic se využívají ploché řemeny, které se v dnešní době z důvodu nepřesnosti a velkého prokluzu používají velmi zřídka. Při přenášení velkých obvodových sil a výkonů mají větší využití a účinnost klínové, více drážkové a ozubené řemeny [10, s. 285].

Řetězy

Řetězový převod je mechanismus, který slouží k přenosu krouticího momentu z hnacího na hnané kolo. Řetěz přenáší tažnou sílu z hnacího na hnané kolo a současně má jednoduchý provoz, malé nároky na prostor a přesný převodový poměr bez prokluzu [10, s. 296].

Ozubená kola

Nejdůležitější a nejpoužívanější součásti v obráběcím stroji, které mají přesně definované ozubení, jež zapadá do druhého ozubeného kola. Umožňují přenos výkonu mezi dvěma hřídeli, které přitom mohou mít libovolnou vzájemnou polohu [10, s. 304].

Lože, stojany, příčníky, konzoly

Základní části rámu obráběcího stroje jsou lože, stojany, příčníky, sloupy a konzoly. Přesnost obrábění závisí na jejich tuhosti, dynamické stabilitě, geometrické přesnosti a stálosti tvaru [10, s. 314].

Vedení

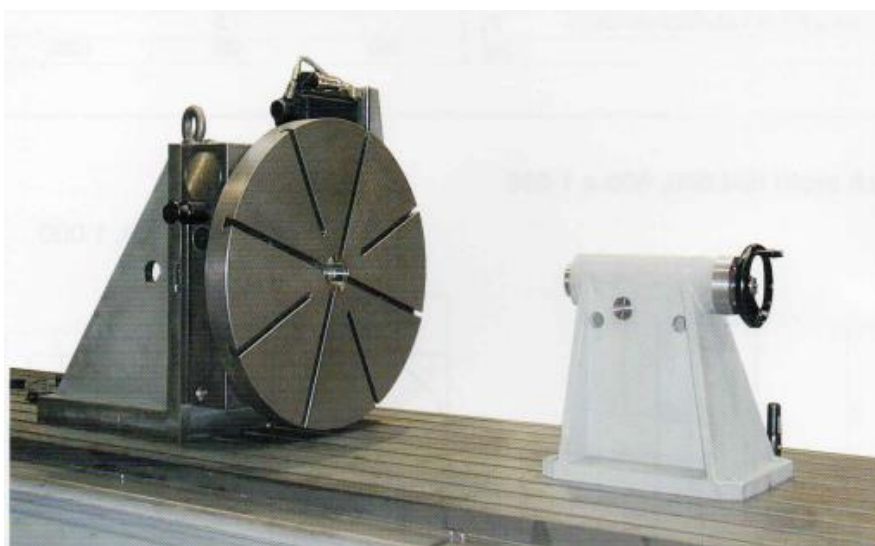
Pod pojmem vedení se rozumí soustava vodicích ploch, na nichž se dotýká část pohyblivá – suport a nepohyblivá část – lože, která má zaručovat pohyb po geometricky přesné dráze. Vedení musí mít dokonalý tvar, který musí zaručit dokonale přesný pohyb částí, které přenášejí sílu z jedné části na druhou [10, s. 337].

Vřetena

Vřeteno je uloženo ve dvou radiálních a v jednom nebo ve dvou axiálních ložiskách ve vřeteníku. Vřetena pomocí rotací tvoří hlavní řezný pohyb, kde úkolem je zaručit obrobku (u soustruhů), nebo nástroji (u frézky, vrtačky a brusky) přesný otáčivý pohyb [10, s. 379].

1.2.2 Otočný stůl

Otočný stůl je základním příslušenstvím obráběcího centra a je určen k rozšíření pracovních možností CNC obráběcích strojů jako další souvisle řízená osa. Umožňuje upnutí, zapolohování obrobku a jeho obrábění z více stran, libovolné nastavení úhlové polohy a souvislé obrábění s vysokou přesností. Variabilnost použití zvyšuje možnost upnutí otočného stolu tak, že osa otáčení je ve vodorovném směru. Při upnutí stolu v poloze s osou otáčení ve vodorovném směru lze k upínání delších obráběných součástí použít podpěrného koníku [15].

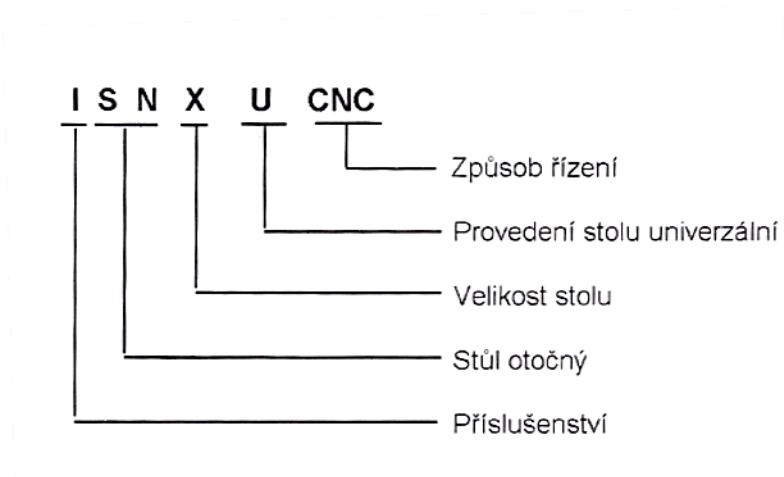


Obrázek č. 1: Otočný stůl ISN 1000
(Zdroj: 15)

Otočné stoly využívají soužití síly, preciznosti a dynamiky. Vyznačují se vysokou tuhostí a přesností a jsou vyráběny v různých rozměrech a výkonech. Zároveň je nutné, aby se sestavy s několika tunovými obrobky pohybovaly stejně lehce a precizně jako jiné lehké díly určené pro montážní automatizaci [16].

Stoly se mohou využít již k hotovým strojům, jako jsou deskové horizontální vyvrtávačky, frézky a portálové frézky, nebo jako přídavná vestavěná osa pro nově vyrobené stroje, náhrada při opotřebování stolu a při modernizaci, kde se zvyšují užité vlastnosti stroje. Řízené otočné stoly jsou určeny pro složité a přesné obrábění obecných a tvarových ploch, mimoosé vrtání, frézování a polohování [15].

Každý otočný stůl musí mít svoje označení, které nám říká, jaké má stůl příslušenství, velikost, provedení a způsob řízení viz Obrázek č. 2.



Obrázek č. 2: Označování otočných stolů
(Zdroj: 15)

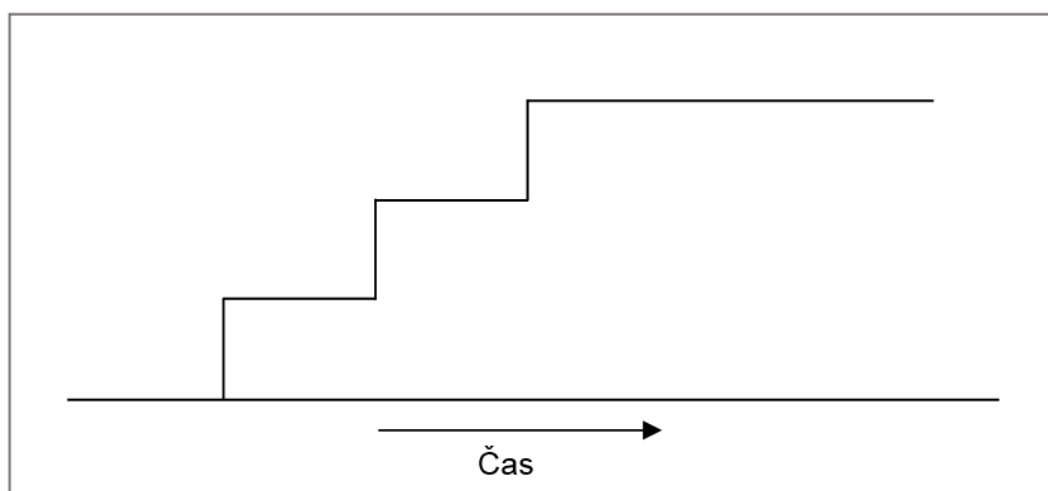
Například otočný stůl, podle norem TOS Kuřim, o průměru upínací plochy stolu 1000 mm v univerzálním provedení ovládaný řídicím systémem stroje je označen jako ISN 1000 U CNC.

1.3 Inovace

Již v minulosti Josef Alois Schumpeter prokázal ve svých studiích, že zdrojem podnikatelských výhod je dosahování trvalého zisku, práce s novými materiály, technickými prostředky, postupy a procesy. Výsledkem zavedení těchto aktivit jsou nižší náklady způsobené vyšší produktivitou z inovace, kdy v případě inovovaného výrobku může firma získat patent a tím významnější postavení na trhu a stanovit tak vyšší cenu [17, s. 55].

Pojem inovace lze chápat jako obnovení a změna v lidské činnosti, myšlení a ve výrobě. Do inovace se zahrnuje tvorba nového výrobku, existujícího výrobku v nové kvalitě, zavedení nového výrobního procesu, použití nového nepoznaného stroje, suroviny a polotovaru, získání nového trhu a změny v řízení a organizaci [17, s. 55].

Inovace je vhodná pro rychle rostoucí ekonomiku, kde kritéria pro hodnocení jsou konečné výsledky a zisk. Zdokonalení probíhá náhle ve velkých krocích, krátkodobě, ale za to dramaticky. Zahrnuje tvořivost, individualitu, specializaci, zaměření, informace a zpětnou vazbu [18, s. 42-43].



Obrázek č. 3: Ideální průběh inovace

(Zdroj: 18, s. 43)

1.3.1 Inovační proces

Rozvinutím počátečního inovačního podnětu je inovační proces, který transformuje fáze procesu do konkurenčních výhod nového výrobku jako je vysoká kvalita, optimální cena a dobré načasování při vstupu na trh. Jedná se o ucelený proces zahrnující činnosti od počátečního výzkumu, přes aplikaci výsledků až po jeho konečné využití [17, s. 86].

V oblasti inovačního procesu lze nalézt další inovační činnosti – vybavení nástroji, příprava a zahájení výroby, obstarání hmotné a nehmotné technologie, projektování, konstruování, marketing a inženýring. Zdroje inovačních impulsů lze hledat ve vnějším (vlastní výzkum, konstrukce, marketing a logistika) i vnitřním (médiu, konkurence, globalizace a další) prostředí podniku. Proto jsou důležité dobré vztahy, komunikace a spolupráce s jednotlivými partnery, zákazníky, dodavateli a podniky [17, s. 87].

1.3.2 Inovační řády

Inovace bývá v praxi pojímána jako změna výrobku, technologie nebo systému. Z toho vyplývá, že inovace je původce konkurenceschopné výroby a úspěchu firmy. Výklad pojmu inovace může být velmi různý, a proto je správné ho rozdělit – výrobové inovace, které v praxi představují asi 70 % veškerých inovací, technologické inovace tvoří 28 % změny ve výrobní základně a materiálové inovace, které tvoří dvě procenta [19, s. 119].

Často se vyplatí inovace řadit do osmi řádů, které umožňují podniku posoudit rovinu a náročnost připravované inovace. Tyto řády napomáhají vzestupně rozčlenit novou inovaci z hlediska přínosu, užitných hodnot a jejich rostoucí významnosti. Těchto osm řádů se rozděluje na tři hlavní části. První, nejjednodušší, část zahrnuje nultý až druhý řád, který pojednává o výrobní základně. Třetí řád je na pomezí a týká se jak výrobní základny, tak výrobků. Poslední, nejsložitější, část tvoří čtvrtý až sedmý řád zahrnující inovaci výrobků, která si žádá vypracování detailnějšího projektu [19, s. 120].

- Nultý inovační řád se zabývá malými kroky obnovení původní kvality a odstraněním závad výrobního systému.
- První řád má za úkol řešit nové nároky nynějších výrobních úkolů zvyšováním využitelnosti a rozšiřitelnosti výrobních kapacit. Zkracují se vzdálenosti a časy a naopak se zvyšuje produktivita.

- Druhý řád inovace se snaží o přeskupení nových výrobních nároků při současném vybavení. Zároveň se školí pracovní síly a učí se využít jejich nápady při využití všech zdrojů.
- Inovace třetího řádu zcela mění kvalitativní stránky výrobního systému a jeho produktivitu. Například se jedná o zavedení metody Just-in-time a souběžně se usiluje o zvýšení úspor – sníží se výrobní náklady a zrychlí se tok výrobků.
- Úkolem čtvrtého řádu je rychlé zavedení modernizované výroby stávajícího výrobku s novými funkcemi a jeho následný prodej.
- Pátý řád zavádí výrobu nového výrobku s původní konstrukcí, kdy se novým výrobkem rozumí nová generace a nový model, který se kvalitně, úsporně a rychle vyrábí.
- Inovace šestého řádu zaznamenává uplatnění nové konstrukce jak u výrobku, tak u výroby. Při původních principech fungování se zavádí nový výrobek se změnou základních funkcí.
- V sedmém inovačním řádu se rodí zcela ojedinělý výrobek s novou konstrukcí, funkcemi a principy [19, s. 121].

1.4 Souhrn teoretické části

Důležitou součástí každého výrobního podniku je samotná výroba, která je definována jako proměna vstupních zdrojů do výsledných statků a služeb, které dále procházejí spotřebou. Výsledkem výroby jsou ty statky a služby, které lze prodat a dosáhnout tak zisku a uspokojení potřeb spotřebitelů.

Do výroby tedy vstupují omezené výrobní faktory, které jsou využívány jako zdroje v procesu výroby. Za základní výrobní zdroje se považují přírodní zdroje (půda), práce, kapitál a informace.

Výrobní proces začíná zvolením konečného výrobku nebo služby, dále pokračuje určením variety a množstvím výrobků a služeb, rozhodnutím o použité technologii, uspořádáním a organizací výroby, dále probíhá samotná výroba a realizace. Na závěr se končí stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku a následný prodej.

Samotný výrobek vychází z výrobních faktorů a následného výrobního procesu a je to jakákoliv movitá věc, která byla vyrobena, vytěžena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň jejího zpracování a je určena k nabídce spotřebiteli.

Na charakteru výrobku, objemu výroby, technologiích a dalších faktorech závisí uspořádání a skladba konkrétních výrob a jejich řízení. Podle množství a počtu druhů výrobků se výroba dělí na kusovou, sériovou a hromadnou. Hlavní rozdíl mezi výrobami spočívá ve velikosti sérií výrobků, v rozsahu provedených výkonů a ve složitosti výroby.

Technická příprava výroby, do které se běžně zahrnuje konstrukční, technologická a organizační příprava výroby, stojí na samém počátku výrobního procesu. Je to soubor vzájemných činností v podniku, jejichž účelem je připravit efektivní technické a ekonomické řešení výrobku, technologie a organizace výroby ve shodě s potřebami trhu.

Strojírenské odvětví patří do sekundárního sektoru a zabývá se návrhem, výrobou a údržbou strojů a zařízení. Je to náročný obor založený na znalostech o materiálech a jejich zpracování, na principech fyziky, techniky a dalších oborech. V současné době dochází k neustálému vývoji tohoto oboru, avšak mezi základní obory patří například strojírenství chemické, elektrotechnické, dopravní, textilní a výroba obráběcích strojů.

Obrábění je technologický proces, při kterém požadovaný tvar a rozměr strojírenské součástky vzniká postupným odebíráním materiálu ze základního výrobku. Materiál se odebírá většinou ve formě třísek, které jsou oddělovány jednou anebo několika řeznými hranami nástroje.

Pod pojmem obráběcí stroj se rozumí orientovaný stroj zhotovený pro třískové obrábění materiálu. Nejrozšířenějšími obráběcími stroji jsou stroje na kovy, dřevo, sklo, umělou hmotu, keramiku a jiné materiály. Obráběcí stroje dělíme podle druhu řezného pohybu obrobku nebo nástroje a to na stroje s hlavním pohybem rotačním, s hlavním pohybem přímočarým a stroje s hlavním pohybem kombinovaným. Mezi obráběcí rozdělené podle způsobu obrábění lze označit soustruhy, frézky, vrtačky, vyvrtávačky, hoblovky, obrážečky a brusky.

Otočný stůl je základním příslušenstvím obráběcího centra a je určen k rozšíření pracovních možností CNC obráběcích strojů jako další souvisle řízená osa. Umožňuje upnutí, zapolohování obrobku a jeho obrábění z více stran, libovolné nastavení úhlové polohy a souvislé obrábění s vysokou přesností.

Již v minulosti bylo prokázáno, že zdrojem podnikatelských výhod je dosahování trvalého zisku, práce s novými materiály, technickými prostředky, postupy a procesy. Výsledkem zavedení těchto aktivit jsou nižší náklady způsobené vyšší produktivitou z inovace, kdy v případě inovovaného výrobku může firma získat patent a tím významnější postavení na trhu a stanovit tak vyšší cenu. Inovace je obecně pojímána jako změna výrobku, technologie nebo systému. Do inovace se zahrnuje tvorba nového výrobku, existujícího výrobku v nové kvalitě, zavedení nového výrobního procesu, použití nového nepoznaného stroje, suroviny a polotovaru, získání nového trhu a změny v řízení a organizaci.

Často se vyplatí inovace řadit do osmi řádů, které umožňují podniku posoudit rovinu a náročnost připravované inovace. Tyto řády napomáhají vzestupně rozčlenit novou inovaci z hlediska přínosu, užitných hodnot a jejich rostoucí významnosti.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato část práce je věnována analýze podniku TOS Kuřim – OS, a.s., která produkuje svoje výrobky ve vlastních halách nedaleko Brna, jejími cíli, historií a výrobnímu programu. V další části je představen současný výrobek, který bude inovován a také ekonomicky a technicky hodnocen.

2.1 Představení společnosti

Tato akciová společnost patří k předním evropským výrobcům a je největší českou společností produkující kvalitní obráběcí centra obrovských rozměrů. Dále se věnuje i výrobě a montáži menších strojů, přístrojů a jejich opravám. Vedlejší činností podniku je zámečnictví, nástrojářství a obráběčství. Podnik s více než sedmdesátiletou tradicí neustále drží ve svém oboru krok se světem a je znám svými přesnými a spolehlivými stroji s dlouhou životností. Během své existence společnost vyprodukovala a prodala přibližně 90 000 strojů do 33 zemí světa [20] a [21].

2.1.1 Cíle společnosti

Společnost klade důraz na spokojenost všech svých zákazníků, splnění jejich očekávání a potřeb. V tomto směru soustavně zlepšuje kvalitu výrobků a spolupráci se zákazníky, zvyšuje úroveň kvalifikace zaměstnanců, poskytovaných služeb a všech činností v podniku.

Mezi konkrétní cíle patří být konkurenceschopným výrobcem v oboru těžkých obráběcích strojů, zlepšení kvality, vylepšení technologií, modernizace strojů, zkrácení doby realizace stroje a současně rozšíření portfolia.

Obchodním záměrem je postupné vybudování prodejní a distribuční sítě v co nejvíce zemích celého světa a prohlubování spolupráce se stávajícími úspěšnými obchodními partnery. Zároveň usiluje o vytvoření funkčního systému dlouhodobého plánování prodeje s cílem být technicky i výrobně připraveni za každých okolností a vyhovět tak zákazníkovi [22].

2.1.2 Výrobní program

Dříve do základního portfolia podniku patřily stroje pro třískové obrábění a to jak jednoúčelové dle přání zákazníka, tak univerzální. Jednoúčelové stroje a linky zahrnovaly otočné stoly, pracovní jednotky, vyvrtávací vřeteníky, frézovací vřeteníky, pinolové jednotky, 3D jednotky, vícevřetenové operační hlavy a čelně soustružicí hlavy. Univerzální stroje se dělily do skupin ložové frézky a obráběcí centra, frézky a obráběcí centra s posuvným stojanem, rovinné frézky a obráběcí centra s posuvným portálem, frézky a obráběcí centra s posuvným stojanem po samostatném loži, horizontální frézky a obráběcí centra s pevným rámem, rovinné frézky a obráběcí centra s pevným portálem a přestavitelný příčnickem, rovinné frézky a obráběcí centra s posuvným portálem po samostatném loži. Stroje se využívaly v těžkém strojírenství, energetice, ve výrobě těžkých stavebních strojů a důlní techniky, v leteckém, loďařském, železničním a zbrojařském průmyslu.

V současné době se výrobní program profiluje na dodávky řešení obrábění pro konkrétní zákazníky. Dodávka obsahuje velké multifunkční obráběcí centrum, příslušenství pro upínání a polohování obrobku, nástroje a software pro řízení obráběcího stroje. Společnost má jistý katalog s předem definovanými výrobky. Jelikož každý zákazník chce změnit určité detaily a parametry při výrobě daného výrobku, jedná se tak o jedinečné a originální výrobky, které podnik pravděpodobně už nikdy nevyrobí, proto se jedná o kusovou a malosériovou výrobu.

Jelikož se některé výrobky zpracovávají pro zahraniční odběratele, musí být každý výrobek vyrobený v předem stanoveném časovém intervalu a v potřebné kvalitě. Tyto výrobky se nejprve montují ve výrobní hale v Kuřimi, poté si je zákazník zkontroluje a dá pokyn k demontáži a přesunu. Následně probíhá montáž na předem stanoveném pracovišti, kam odjíždí skupina zaměstnanců až na tři měsíce [20] a [21].

2.1.3 Velikost podniku

Tento podnik je rozlohou veliký, má jednu výrobní halu, která je rozdělena na 17 výrobních ploch, z nichž některé jsou využívány jako skladové. Problém je ale v tom, že společnost nemá dostatek zakázek pro své pracovníky, takže se početní stav zaměstnanců snížil. V dnešní době je v podniku zaměstnáno 305 zaměstnanců, z toho 150 výrobních dělníků [20].

2.1.4 Historie společnosti

Závod TOS Kuřim při svém vzniku vzešel z tradic brněnské Zbrojovky, která jako jedna z prvních krátce po první světové válce zavedla sériovou výrobu obráběcích strojů. Díky vysoké kvalitě a velké poptávce po obráběcích strojích se v roce 1938 vypracoval projekt nové rozsáhlejší strojírny mimo území města Brna. Realizace výstavby započala na podzim roku 1941, kdy byla vybrána vhodná oblast ve městě Kuřim. Vzhledem k aktuální potřebě většího množství obráběcích strojů určených pro leteckou výrobu byla urychlena výstavba závodu. Již v prosinci 1942 bylo vystavěno několik bloků, ve kterých bylo v provozu 350 obráběcích strojů. Další rok se v závodě usadila německá firma Klöckner, která zde zahájila výrobu leteckých motorů. Díky tomu dne 25. srpna 1944 proběhlo vybombardování velké části výrobních hal, které neslo velké škody na majetku a i ztráty na životech. Po postupných opravách byl provoz opět částečně zahájen. Po roce 1945 se závod Kuřim osamostatnil od Zbrojovky Brno a stal se samostatným podnikem s názvem Spojené továrny na obráběcí stroje se sídlem v Praze.

Zřízení národního podniku TOS Kuřim proběhlo v roce 1950 a rovněž byla zahájena výstavba slévárny šedé litiny, která byla jedna z prvních komplexně mechanizovaných v Československu. V 60. letech se v podniku vyráběly menší stroje jako například frézky, vrtací, vyvrtávací a brousící stroje. Postupně tak další pracovní zkušenosti daly podnět k výrobě první automatické linky [20] a [21].

2.2 Charakteristika výrobku

Informace o výrobku jsou čerpány z podnikové normy [15], z příručky jakosti [22] a od zaměstnance podniku Jiřího Micheleho [23].

Společnost TOS Kuřim produkuje obráběcí centra včetně otočných stolů, které se používají pro nakládění a polohování obrobků. Tyto stoly mají různé tvary, stupně vylepšení a velikosti, které lze jakkoli kombinovat na přání zákazníka. Veškeré provedení se značí hojnou hospodárností, spolehlivostí, dlouhou životností a nízkými náklady na údržbu a spotřebu energie.

Souvisle řízený otočný stůl je určen jako zvláštní příslušenství obráběcích strojů s CNC řídicím systémem: Např. FS 80 G, FS 80, FS 100 CNC, FSQ 80, FSQ 100 CNC, FFQ 125 A a podobných typů.

Je vybaven vlastním elektromotorem a odměřováním s jednoduchým řízením pomocí servopohonu například od firmy Rexroth. Stůl je dále vybaven rotačním odměřováním pomocí inkrementálního rotačního snímače, hydraulickým zpevňováním a samostatným servomotorem Indramat nebo Siemens. V tomto provedení lze stůl použít jako dělicí stůl, kde se žádaná poloha naprogramuje na ovládacím panelu stolu. Po najetí do této polohy je stůl zpevněn a poloha hlášena do spolupracujícího stroje sepnutím kontaktu relé v rozvaděči stroje.

Stůl je možno dodat v základním – vertikálním provedení "V", který se přenáší zavěšený na jeřábu, nebo horizontálním provedení "H", kdy je základní provedení stolu upnuto na úhlové konzole. Pro obrábění delších rotačních součástí lze provedení "H" doplnit podpěrným koníkem.

2.2.1 Části výrobku

Otočný stůl se skládá z pevné a otočné části, z pohonů, úhelníku, koníku, elektrického vybavení a základního příslušenství, jako jsou: šrouby, upínky, podpěry, matice a čepy.

Pevná část stolu

Tato část je čtvercového průřezu, uvnitř je v radiálně axiálních ložiskách uložena otočná část stolu a šnekový hřídel. Spodní strana slouží jako základová plocha s polohovacími vložkami pro ustavení do drážek pracovního stolu stroje nebo úhelníku.

Univerzální otočné stoly umožňují upnutí vodorovně i svisle bez použití úhelníku. Mají upravenou boční plochu, která slouží k upínání otočného stolu do polohy, kdy osa otáčení je ve vodorovném směru a má vodící vložky pro ustavení do drážek pracovního stolu stroje.

Otočná část stolu

Tuto část tvoří otočné těleso s paprskovitě uspořádanými T-drážkami. Průchozí drážky na sebe kolmé jsou polohovací a ostatní jsou upínací. Ve středu stolu je centrační pouzdro s kalibrickým otvorem. Na spodní straně je přišroubováno šnekové kolo a na něm brzdící lamela. Po přivedení tlakového oleje je lamela přitlačena na pevnou část stolu a kruhový otočný stůl je zpevněn. Otočná část je oproti pevné části uložena v přesném tuhém uložení ve valivých ložiskách a na kluzné ploše.

Pohony

Rotační pohyb je odvozen od servomotoru přes duplexní šnek a šnekové kolo. U velikosti stolu 800 a 1000 je převod ozubeným řemenem zařazen mezi servomotor a šnekový hřídel. Uložení duplexního šneku umožňuje axiální posunutí a tím vymezení vůle mezi duplexním šnekem a šnekovým kolem.

Úhelník

Práce úhelníku slouží k ustavení otočného stolu do polohy, kdy osa otáčení je ve vodorovné poloze. Na čelní ploše má drážky pro ustavení otočného stolu a na základové ploše má vodící drážky pro ustavení do drážek pracovního stolu stroje. Základní rozměry úhelníku jsou uvedeny v Příloze 1.

Koník

Koník slouží k opření delších součástí při použití stolu v poloze a vodorovnou osou otáčení. Koník je vybaven výsuvnou pinolou a na základové ploše má vodící vložky pro ustavení do drážek pracovního stolu stroje. Základní rozměry koníku jsou uvedeny v Příloze 1.

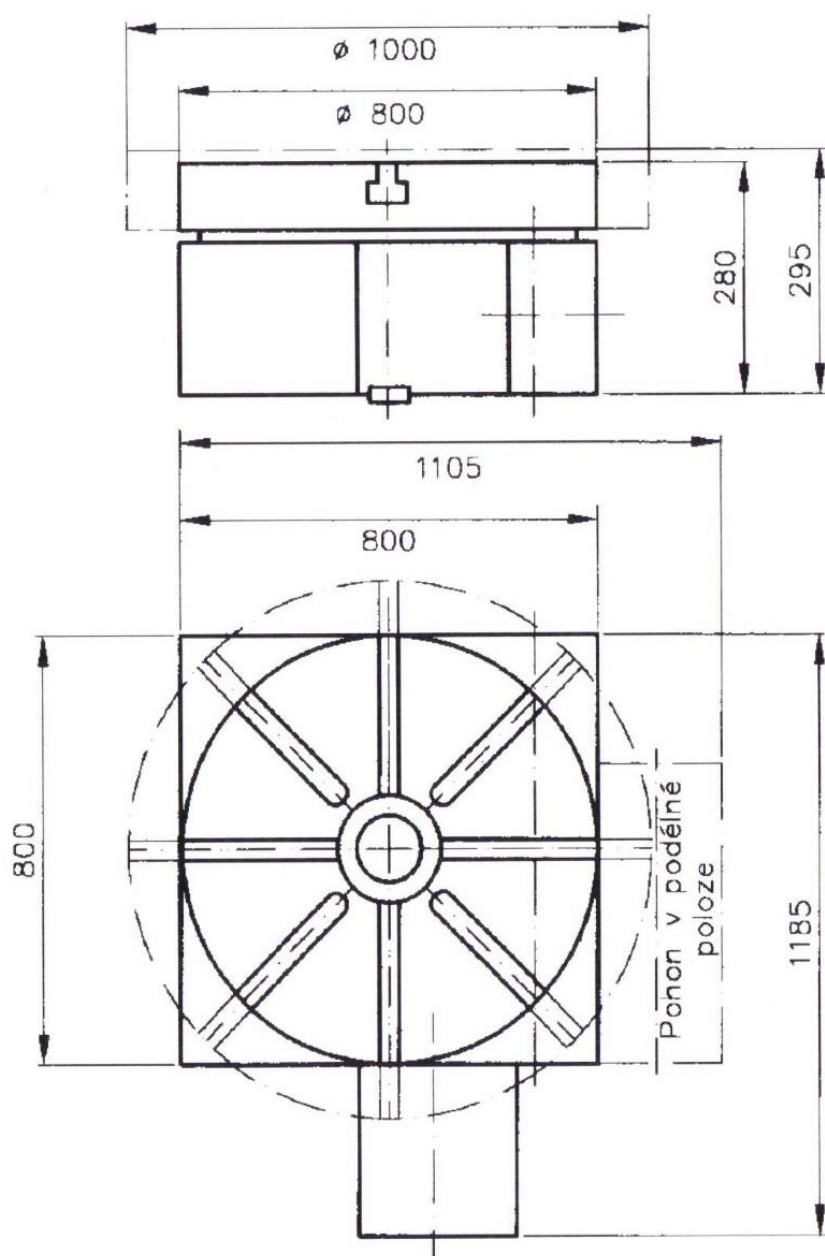
Elektrické vybavení

Elektrické vybavení odpovídá ČSN EN 60204-1, ovládání stolu je prováděno automaticky softwarem prostřednictvím řídicího systému stroje. Pro snadné spojení otočného stolu, přívodu hydrauliky a elektropřívodu jsou použity rychloupínací spojky a konektory. U vlastního stolu ISN jsou přívody energií realizovány pomocí držáků. Přívody elektro a hydro jsou vedeny v korytu. Pokud je otočný stůl dodáván přímo se strojem, jsou tyto přívody na stroji již namontovány. Pokud je stůl objednan dodatečně, je třeba objednat též skupinu "Přívody energie" a její montáž ve výrobním závodě. Podrobné pokyny pro obsluhu jsou uvedeny v návodu k obsluze a údržbě otočného stolu.

Odměřování okamžité polohy natočení stolu se provádí rotačním snímačem polohy umístěným v ose otáčení. Mazání ložisek a všech kluzných ploch včetně šnekového převodu je provedeno vysoce jakostním trvanlivým plastickým mazivem, jehož životnost je až 10 000 provozních hodin.

2.2.2 Technické parametry

Z Obrázku č. 4 je zřejmé, že základní rozměry pevné části stolu jsou 1185 mm a 1105 mm. Otočná část může být ve dvou provedeních a v průměru má 800 mm nebo 1000 mm. Otočný stůl má na šířku 280 mm nebo 295 mm.



Obrázek č. 4: Základní rozměry otočných stolů INS 800 a 1000
(Zdroj: 15)

Dále z Tabulky č. 1 je maximální hmotnost obrobku upínaném na stolu 3500 kg ve vodorovné upínací ploše a 1500 kg ve svislé upínací ploše. Maximální pracovní rychlostí otáčení stolu je až 1080 otoček za minutu při plynulém otáčení, nejdéle se může otáčet 30 minut. Při přestavovacím otáčení je rychlost 1440 otáček za minutu, nejdéle 5 minut.

Tabulka č. 1: Technické parametry stolu

(Zdroje: vlastní zpracování dle: 15)

Velikost stolu			800	1 000
Průměr upínací plochy stolu [mm]			800	1 000
T-drážky paprskovité	polohovací	počet	4	
		šířka [mm]	18H7	22H7
	upínací	počet	4	
		šířka [mm]	18H12	22H12
Středící otvor [mm]			60H6	80H6
Šířka vodicích vložek [mm]			14JZ	
Maximální hmotnost obrobku	upínací plocha vodorovně [kg]		3 500	
	upínací plocha svisle [kg]		1 500	
Maximální zatížení stolu ve směru kolmém k upínací ploše [N]			100 000	
Maximální klopný moment v rovině kolmé k upínací ploše [Nm]			20 000	
Rychlost otáčení stolu	pracovní (plynule) [° . min ⁻¹]		až 1 080	
	přestavovací [° . min ⁻¹]		1 440	
Maximální krouticí moment	při otáčení [Nm]		1 600	
	při zpevnění [Nm]		15 000	
Tlak oleje pro zpevňování [MPa]			5 až 6,3	
Odměřovací jednotka [°]			0,001	
Dvoustranná přesnost nastavení polohy A [“]			15	
Jednostranná opakovatelnost nastavení polohy R ↑, R↓ [“]			7,5	
Hmotnost stolu [kg]			800	1000

2.2.3 Provedení otočného stolu

Otočný stůj je v základním provedení vyráběn dle technických parametrů viz. Tabulka č. 1. Pro kombinaci tříd podmínek prostředí IE 33, dle ČSN EN 60721-3-3. Současně teplota vzduchu musí být v rozmezí od 15°C do 35°C při tlaku vzduchu vyšším než 90 kPa. Proto je důležité pracovat v daných teplotách a tlaku, neboť kov se v nízkých teplotách smršťuje a naopak při vysokých se rozpíná, díky tomu by se součásti stolu deformovaly.

Pohon otočné části servomotoru je dodáván německou firmou Indramat. Rotační inkrementální odměřování je prováděno snímačem RON 255C od firmy Heidenhain.

Nátěr je nabízen v jednobarevném provedení v odstínu RAL 5023 – modrošedá, nebo podle požadavků zákazníka.

S otočným stolem se je dodáváno následující základní příslušenství viz Tabulka č. 2 a č. 3.

Tabulka č. 2: Základní příslušenství pro stoly se svislou osou otáčení

(Zdroj: vlastní zpracování dle: 15)

Název	Označení	Rozměr	Kusy
Upínka	3101 62 100458	-	3
Upínka	4101 62 100459	-	1
Vložka	4101 62 100457	-	2
Podpěra	4102 11 100057	-	1
Šroub	4102 11 100056	-	1
Šroub	ČSN EN ISO 4762	M6 × 16 - 8.8	2
Šroub	ČSN EN ISO 4762	M20 × 90 - 8.8	3
Matice	ČSN EN 24032	M20 - 8	1
Matice	ČSN 02 1529.12	22	5
Podložka	ČSN 02 1702.12	21 B	1
Čep (800)	PN 02 5510	M30	4
Čep (1000)	PN 02 5510	M30	2
Čep (1000)	3101 11 100058	-	2

Tabulka č. 3: Základní příslušenství pro stoly s vodorovnou osou otáčení

(Zdroj: vlastní zpracování dle: 15)

Název	Označení	Rozměr	Kusy
Úhelník (800)	0155 86 100393	-	1
Úhelník (1000)	0155 86 100398	-	1
Vložka	4101 62 100457	-	2
Šroub	ČSN EN ISO 4762	M6 × 16 - 8.8	2
Šroub	ČSN EN ISO 4762	M20 × 70 - 8.8	8
Šroub	ČSN EN ISO 4762	M20 × 100 - 8.8	6
Matice	ČSN 02 1529.12	22	6
Šroub	ČSN 02 1369	M36 × 3	2
Čep	PN 02 5510	M30	2

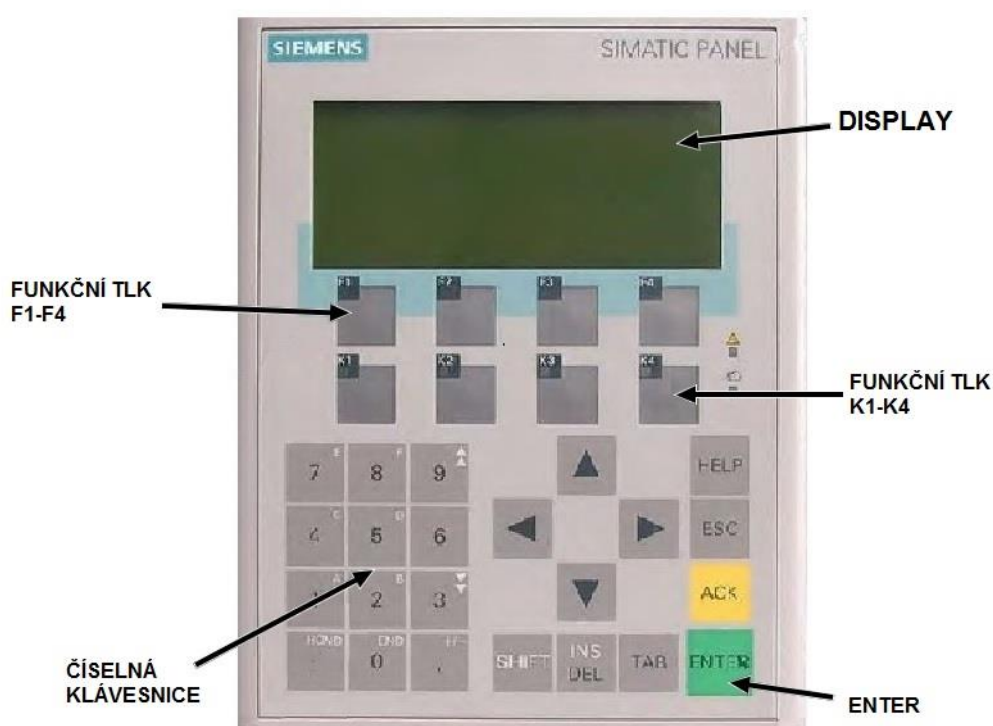
Společně se základním příslušenstvím se dodávají i náhradní díly – jeden šnekový hřídel, jedno šnekové kolo, tři druhy ložisek, každé po jednom kusu, šest druhů těsnících kroužků a jeden řemen.

Při dohodě se zákazníkem lze sjednat i jiné podmínky provedení stolu. Například jiné podmínky prostředí, provedení elektrického zařízení dle jiných norem, pohon otočné části servomotorem Siemens, jiný typ odměřovacího snímače s větší přesností, umístění servomotoru v podélné poloze, nebo jiný barevný odstín.

2.2.4 Ovládání stolu

Během otáčení je otočný stůl v polohové vazbě. Velikost programovací jednotky je dána typem použitého snímače.

Programovat lze stejně jako u ostatních souřadnic absolutně i přírůstkově. Při těchto režimech se stůl otáčí ve směru pohybu hodinových ručiček. Uvolnění otočného stolu se provede automaticky při navolení pohybu stolu, zpevnění je rovněž provedeno automaticky při ukončení pohybu stolu a najetí do předvolené polohy. Výjimku tvoří pouze tzv. tipování, kdy je stůl uvolněn při navolení tohoto režimu a opětovně zpevněn při zrušení této předvolby.



Obrázek č. 5: Ovládací panel stolu
(Zdroj: 15)

2.2.5 Montáž a údržba

Otočný stůl je dodáván ve smontovaném stavu, připravený na připojení ke stroji. Součástí údržby jsou i pravidelné intervaly kontrol. Nejdůležitější je kontrola náhonu, řemene a řemenice. Při funkčnosti náhonu jsou určité faktory, které mají vliv na kontrolu – rychlost pohnu, pracovní cyklus náhonu, teplota okolí a ostatní okolní vlivy. Při kontrole řemene se musí prohlédnout celková funkčnost – zda nejsou patrné trhliny nebo neobvyklé opotřebení, zda nechybí zuby a zda provozní teplota řemene nepřesahuje 60°C. Podrobné pokyny pro přepravu, ustavení, připojení, obsluhu a údržbu jsou uvedeny v návodu k obsluze a údržbě otočného stolu.

2.2.6 Bezpečnost a ochrana zdraví

Otočný stůl vyhovuje bezpečnostním požadavkům dle vyhlášky ČÚBP č. 48/1928 Sb., ve znění nařízení vlády č.352/2000 Sb.

Stůl splňuje technické požadavky podle zákona č. 22/1997 Sb. Ve znění pozdějších předpisů, dále souvisejících nařízení vlády č. 17/2003 Sb., č. 18/2003 Sb., nařízení vlády č. 24/2003 Sb a č.251/2003 Sb. Ve znění pozdějších předpisů a tím současně požadavky směrnice Rady 73/23/EHS, 89/336/EHS ve znění pozdějších předpisů a směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/37/ES ve znění pozdějších předpisů.

Elektrické vybavení odpovídá ČSN EN 60204-1.

Otočný stůl se označuje štítky dle firemních PN 00 5001, je podroben kontrole a zkouškám dle PN 20 0002.

2.2.7 Dodávání

Otočný stůl se zákazníkům dodává v již smontovaném stavu. Spolu s otočným stolem se dodává základní příslušenství, náhradní díly a dokumentace, která obsahuje dodací list, balicí list, dva návody k obsluze a údržbě otočného stolu, protokol o geometrické přesnosti otočného stolu a osvědčení o jakosti a kompletnosti výrobku. Dokumentace se dodává v jazyce podle obchodní smlouvy.

Pro tuzemské dodavatele se navíc dodává prohlášení o shodě dle zákona č. 22/1997 Sb. v platném znění, což je písemný dokument od výrobce, který potvrzuje, že výrobek splňuje technické parametry dle platné legislativy ČR. Dále se dodává záznam o kontrole a měření elektrického zařízení.

Do zemí evropské unie se dodává prohlášení o shodě se směrnicemi 73/23/EHS, 89/336/EHS a 98/37/ES.

Na všechny vnější opracované plochy se nanáší před expedicí ochranný nátěr proti korozi. Nátěr se odstraňuje technickým benzínem nebo naftou. Prostředky obsahující alkohol se nesmí používat, jelikož porušují barevný nátěr stolu.

2.2.8 Balení, doprava a skladování

Balení a konzervace otočného stolu se provádí podle platných technologických postupů, které respektují ČSN 03 8205, při 4. stupni korozní agresivity v podmínkách skladování a přepravy.

Normální balení a konzervace stolu se provádí s krátkodobou ochranou do 6 měsíců. Na objednávku lze za úhradu provést dlouhodobou ochranu do 12 nebo 24 měsíců.

Pro dopravu do zahraničí musí být respektována ustanovení norem ČSN 77 0050 a ČSN EN ISO 780. Otočný stůl lze dopravovat při teplotách -30°C až +55°C a relevantní vlhkosti vzduchu 5 až 95 %.

Při skladování musí být stůl zajištěn proti jakémukoliv poškození. Stůl musí být uložen v neproměnné rovinné poloze na dně obalu, aby nenastaly deformace ovlivňující přesnost. Při skladování je nutno obnovovat konzervaci otočeného stolu podle kvality skladovacího prostoru.

2.3 Souhrn analýzy současného stavu

Společnost TOS Kuřim – OS, a.s. produkuje svoje výrobky ve vlastních halách nedaleko Brna. Patří k předním evropským výrobcům a je největší českou společností produkující kvalitní obráběcí centra obrovských rozměrů. Věnuje se také výrobě a montáži menších strojů, přístrojů a jejich opravám. Společnost klade důraz na spokojenost všech svých zákazníků, splnění jejich očekávání a potřeb. V tomto směru soustavně zlepšuje kvalitu výrobků a spolupráci se zákazníky, zvyšuje úroveň kvalifikace zaměstnanců, poskytovaných služeb a všech činností v podniku.

TOS Kuřim produkuje obráběcí centra včetně otočných stolů, které se používají pro naklápění a polohování obrobků. Tyto stoly mají různé tvary, stupně vylepšení a velikosti, které lze jakkoli kombinovat na přání zákazníka. Veškeré provedení se značí značnou hospodárností, spolehlivostí, dlouhou životností a nízkým nákladům na údržbu a spotřebu energie.

Otočný stůl se skládá z pevné a otočné části, z pohonů, úhelníku, koníku, elektrického vybavení a základního příslušenství, jako jsou šrouby, upínky, vložky, podpěry, matice a čepy. Společně se dodávají i náhradní díly – šnekový hřídel, šnekové kolo, ložiska, těsnící kroužky a řemen.

Základní rozměry pevné části stolu jsou 1185 mm a 1105 mm. Otočná část může být ve dvou provedeních a v průměru má 800 mm nebo 1000 mm. Otočný stůl má na šířku 280 mm nebo 295 mm. Stůl disponuje čtyřmi T-drážkami polohovacími a čtyřmi upínacími. Na otočném stole je možno upínat obrobky až do 3500 kg. Maximální pracovní rychlostí otáčení stolu je až 1080 otoček za minutu při plynulém otáčení.

Pohon otočné části servomotoru je dodáván německou firmou Indramat. Rotační inkrementální odměřování je prováděno snímačem RON 255C od firmy Heidenhain.

Stůl je dodáván ve smontovaném stavu, připravený na připojení ke stroji a zároveň vyhovuje bezpečnostním požadavkům dle vyhlášky ČÚBP č. 48/1928 Sb., ve znění nařízení vlády č.352/2000 Sb.

3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V předchozí kapitole byla zpracována analýza současného stavu, při které byl zjištěn nedostatek v podobě upínání součástí na otočném stole. V současné době podnik nemůže na otočném stole upínat malé a složité díly díky jeho T-drážkám, proto je třeba navrhnout otočný stůl s magnetickou deskou. Toto řešení povede k odstranění problematických míst a zajistí podniku zvýšení počtu zákazníků. Informace z této kapitoly jsou čerpány z internetových stránek společnosti WALMAG MAGNETICS s.r.o. [24].

3.1 Magnetický upínač

Magnetický upínač je moderní zařízení, které nahrazuje svěráky, mechanické upínky a přípravky. Pouze feromagnetické materiály mohou být upnuty za pomoci magnetu. Řada ocelí je feromagnetická a má dobré magnetické vlastnosti. Dřevo, sklo, hliník a mosaz nejsou magnetické.

Výhodou magnetů je časově nenáročné upnutí i uvolnění obráběných dílů, přístupnost obrobku z pěti stran, nízké provozní náklady, bezpečné upnutí a nepoškození výrobku, úspora času a rychlá návratnost investice.

Magnet produkuje velké množství magnetických sil tvořící magnetické pole, které se znázorňuje siločárami. Siločáry „protékají“ od severního k jižnímu pólu a obrobek, který je součástí magnetického okruhu, musí přemostit vzdálenost mezi severním a jižním pólem. Čím více obrobek obsahuje siločár, tím pevněji je na magnetické desce upnutý.

Zákony sledované magnetickými siločárami

1. Putují od severního pólu k jižnímu pólu.
2. Neexistuje žádný izolátor, procházejí všemi materiály.
3. Procházejí snadno přes feromagnetické materiály a s obtížemi vzduchem.
4. Nikdy se nekříží.

3.1.1 Faktory ovlivňující upínací sílu

Druh materiálu

Oceli s nízkým obsahem uhlíku mají dobré magnetické vlastnosti a snadno vedou tok magnetických siločár. Naopak slitiny obsahují magnetické prvky, které snižují magnetické vlastnosti a zabraňují toku magnetických siločár. Například litina, díky obsahu magnetických prvků, má oproti oceli s nízkým obsahem uhlíku sílu přitažení nižší o 55 %. Nemagnetické materiály lze upínat do jednoduchých desek, nebo se lepí na magnetický materiál.

Tloušťka dílce

Tenký materiál může omezit počet siločár, které protékají od severního k jižnímu pólu. Pokud je tloušťka obrobku méně než 50 % z šíře pólu, přídržná síla bude menší. Siločáry, které sledují dráhu mimo obrobek, nepřispívají k magnetické upínací síle a jsou tedy nadbytečné.

Stav plochy a vzduchová mezera

Pokud je na povrchu zjištěna nerovnost, hrubost, oděrky, rez, vypoukliny, vodní kámen a nečistota, vytvoří se vzduchová mezera, která snižuje působnost magnetického pole. Čím více je kontakt mezi dílcem a upínací plochou těsný, tím více vzroste síla.

Teplota

Teploty vyšší než 60°C mají vliv na snižování upínací síly asi o 3 % na každý vzrůst teploty o jeden stupeň Celsia.

3.1.2 Optimalizace upínací síly

Pokud se dílec na magnetické desce kývá, je potřeba využití magnetické vložky. Pokud je obrobek malých rozměrů, rozšíří se magnetický obvod vytvořením skupin malých dílců a tím se umožní opření magnetického toku do větší plochy. V případě, že by při obrábění velkých obrobků mohlo dojít k převrácení nebo vyklopení, použijí se nástavce. Proti posunu se použijí dorazové lišty a u obrobků s nepravidelným tvarem se použijí pólové nástavce.

3.2 Návrhy magnetických upínačů

Pro správné vybírání vhodného magnetického upínače lze zvolit tři různé druhy přídržných magnetů. Patří mezi ně permanentní magnetické upínače, upínače elektromagnetické a elektro-permanentní upínače.

3.2.1 Permanentní magnetický upínač

Tento typ upínačů využívá pro zabezpečení upínací síly permanentní magnety, které nejsou závislé na vnějším zdroji energie. Využití lze nalézt u energizovaných magnetických a feromagnetických materiálů, které v určitém uspořádání provádějí přitažení magnetické ocele. Pomocí mechanického ovládání za pomoci páky se může magnetická síla aktivovat nebo deaktivovat.

Výhodami permanentních magnetických upínačů jsou snadná instalace, rychlý přesun upínače na jiný stroj, žádný vývoj tepla a tepelné deformace vrchní desky, které umožňuje přesné obrábění, použitelnost pro malé obrobky, dlouhá životnost, minimální údržba, nízké pořizovací náklady, nezávislost na elektrické energii a bezpečnost.

Nevýhodami upínačů jsou velikostní omezení některých desek, mnohdy se nedá regulovat upínací síla a mechanický systém je méně vhodný pro automatizované procesy.

Permanentní magnetický upínač NEOMILL COMPACT

Tento upínač je vhodný pro silové broušení, frézování, vrtání či hoblování. Lze využít tam, kde je potřeba vysoké upínací síly a stability pro poměrně malé obrobky. Základna je z odolného a pevného materiálu a pólová deska je zhotovena z jednoho kusu oceli.

Výhodami jsou vodotěsná konstrukce, rozložení magnetické síly a upínání obrobků až do okrajů, vysoká upínací síla a dlouhá životnost.

Parametry upínače:

Upínací síla: 160 N/cm²

Minimální velikost obrobku: 15 × 15 × 6 mm

Pólování: Příčné

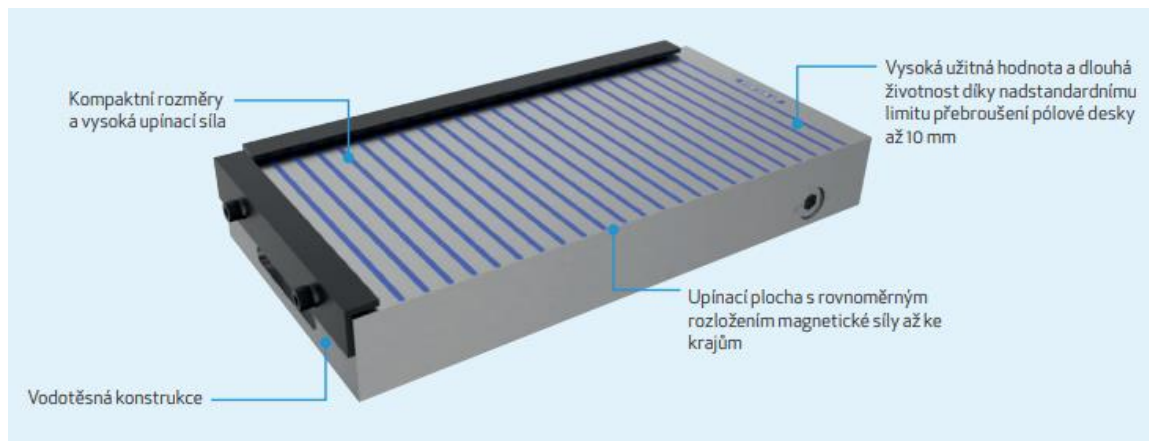
Limit přebroušení: 10 mm

Pólová rozteč: T15 11+4 mm – ocel/epoxid (volitelně mosaz)

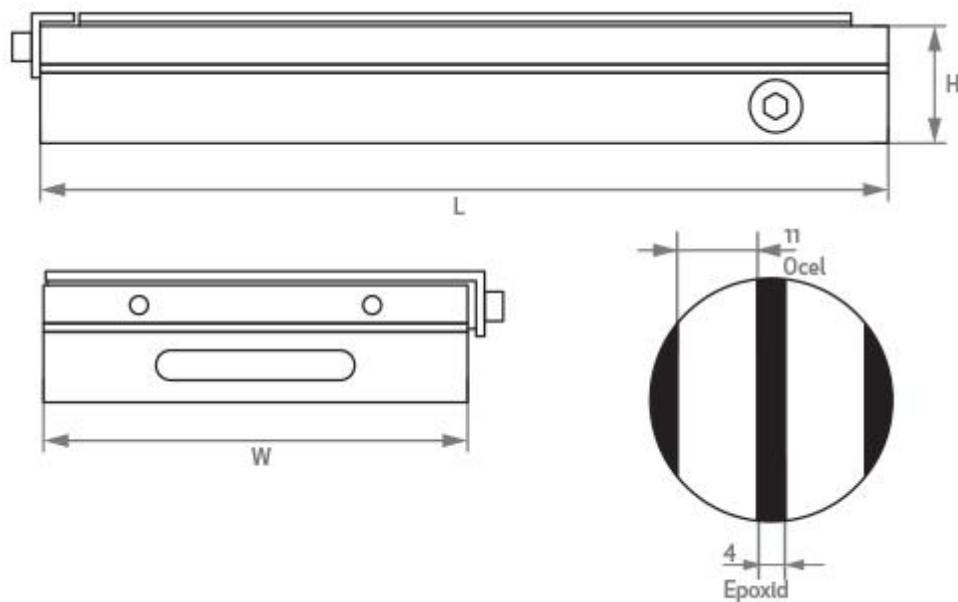
Upínač NEOMC300600 má na šířku 300 mm, na délku 600 mm, na výšku 60 mm a hmotnost 80 kg. Tato deska lze zakoupit ihned za 44 165 Kč bez DPH.

Upínací deska NEOMC250400 má rozměry 250 × 400 mm, výšku 60 mm a váží 45 kg. Dodání tohoto upínače je 4 – 5 týdnů a jeho cena je 32 450 Kč bez DPH.

Součástí balení jsou dorazové lišty, přepínací klíč, upínač a návod k použití.



Obrázek č. 6: Permanentní magnetický upínač NEOMILL COMPACT
(Zdroj: 24)



Obrázek č. 7: Náčrtení permanentního magnetického upínače
(Zdroj: 24)

Permanentní upínací deska NEOSTAR

Permanentní upínač má kruhový tvar a díky desce s radiálními póly je určený pro upínání při broušení a soustružení obrobků. Ze spodní strany je ocelová základna zajištěna 2 – 4 závity pro uchopení na vhodnou přírubu.

Výhodou je deska z jednoho kusu oceli a možnost obrábění čela, vnitřních a vnějších stran obrobku v jedné operaci bez nutnosti odepnutí a následného připnutí.

Parametry upínače:

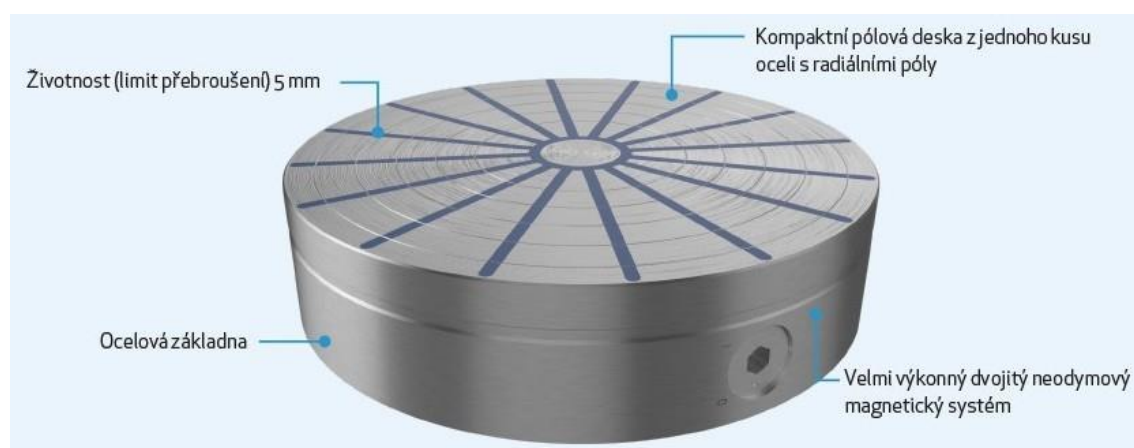
Upínací síla: 140 N/cm^2

Minimální průměr obrobku: 35 mm

Pólování: Radiální

Limit přebroušení: 5 mm

Model NEOS800 má průměr 800 mm, výšku 110 cm a váhu 420 kg. Dodací lhůta je 7 – 8 týdnů. Cena bez DPH činí 236 355 Kč. Součástí balení je přepínací klíč, upínač, certifikát a návod k použití.



Obrázek č. 8: Permanentní magnetický upínač NEOSTAR

(Zdroj: 24)

3.2.2 Elektromagnetický upínač

U tohoto upínače je magnetické pole generováno cívkami, ve kterých probíhá usměrněný proud. Uvnitř cívek jsou feromagnetická jádra, která jsou magnetizována elektrickým proudem. Elektromagnety jsou aktivovány kontrolní jednotkou, která může umožnit variabilní sílu magnetu a demagnetizaci obrobku.

Výhodou upínačů je snadné řízení s pouhým stisknutím tlačítka nebo otočením vypínače. Operace mohou být plně automatické, nebo částečně automatické. Magnetická síla může být snadno nastavena k optimálním podmínkám uchopení.

Nevýhodou elektromagnetických upínačů je neustálý příkon proudu, který zároveň vytváří v cívkách teplo, které omezuje úroveň přesnosti.

Elektromagnetický upínač BJP

Tento upínač se hodí pro broušení velké řady dílců. Velmi dobře upíná dílce s minimálním rozměrem 35 mm a to díky kombinované pólové rozteči. V upínači jsou cívky uspořádány pro maximální využití a upínač tak vytváří vysokou a rovnoměrnou sílu za minimálního ohřevu pracovní plochy. Přes řídicí jednotku je magnetická deska napájena napětím 110 V.

Výhodou je vodotěsná konstrukce, odolná pólová deska s kombinovaným příčným pólováním a snadné ovládání, provoz a údržba.

Parametry upínání:

Upínací síla: 130 N/cm²

Minimální velikost obrobku: 35 × 35 × 3 mm

Pólování: Příčné

Limit přebroušení: 7 mm

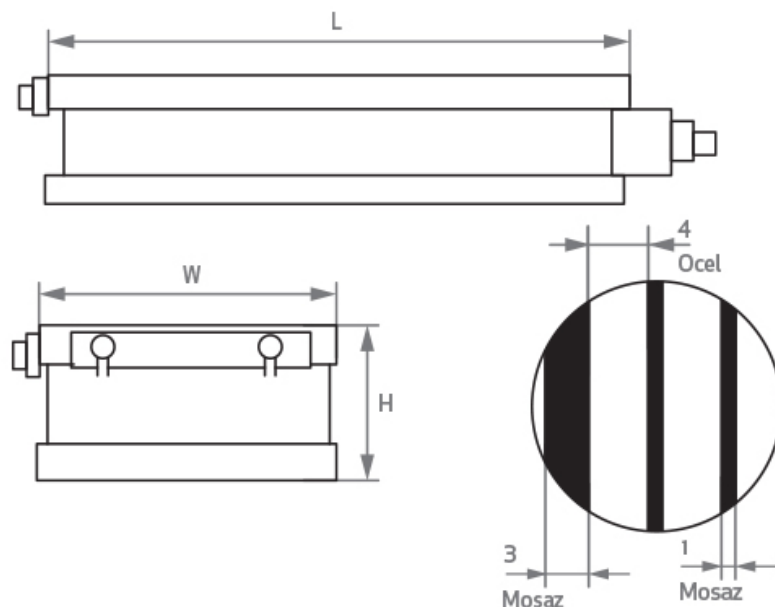
Pólová rozteč: 42 mm, dále zjemněno 3+1 ocel/mosaz

Elektromagnetický upínač BJP500800 má na šířku 500 mm, na délku 800 mm, na výšku 108 mm a váží 261 kg. Jeho cena je 123 136 Kč bez DPH a doba dodání je 5 – 6 týdnů. Společně s upínačem se dodávají zadní a boční dorazy, napájecí kabel, certifikát a návod k použití.



Obrázek č. 9: Elektromagnetický upínač BJP

(Zdroj: 24)



Obrázek č. 10: Náskres elektromagnetického upínače

(Zdroj: 24)

3.2.3 Elektro-permanentní magnetický upínač

Tyto upínače jsou ve skutečnosti permanentní, uvnitř upínače jsou magnetickým polem cívek aktivovány a deaktivovány permanentní magnety. Pomocí elektrického proudu je za potřeby pouze po dobu několika vteřin, kdy se vytvoří magnetické pole, zmagnetizování nebo se změni polarita. Proud, dodávaný kontrolní jednotkou, umožňuje volbu upínací síly a odmagnetování obrobku.

Výhodou těchto upínačů je minimální spotřeba elektrického proudu, nastavení upínací síly a větší bezpečnost, neboť upínací síla je generována magnety. Pokud dojde k výpadku proudu, zůstane obrobek upnutý.

Nevýhodami elektro-permanentních upínačů jsou vyšší pořizovací náklady, vyšší váha a při nepříznivých podmínkách mají při broušení nižší upínací sílu.

Elektro-permanentní magnetický upínač MASTERMILL

Upínač Mastermill je všestranný a vhodný pro frézování, broušení a upínání malých i velkých obrobků. Obrobek je možné na této desce upínat z pěti stran díky pólovým nástavcům a je možné obrábět i nerovný materiál.

Výhodou je libovolné přemístění dorazů na kteroukoli stranu, po celém obvodu upínače je drážka pro přichycení magnetu ke stolu za pomoci šroubů M12 a na jednu řídicí jednotku je možno zapojit sestavy několika magnetů.

Parametry upínače:

Upínací síla: 170 N/cm²

Minimální velikost obrobku: 50 × 110 × 12 mm

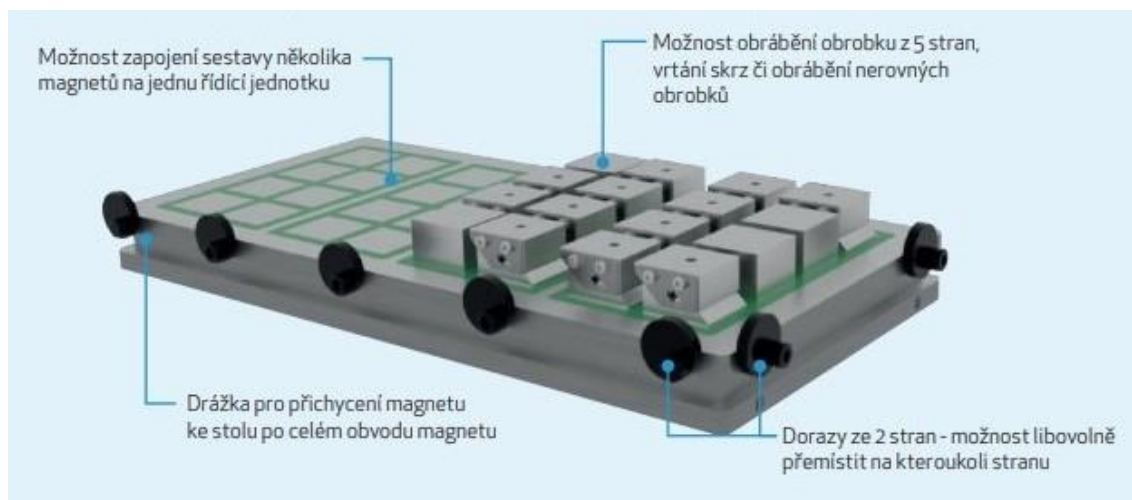
Pólování: Čtvercové

Limit přebroušení: 6 mm

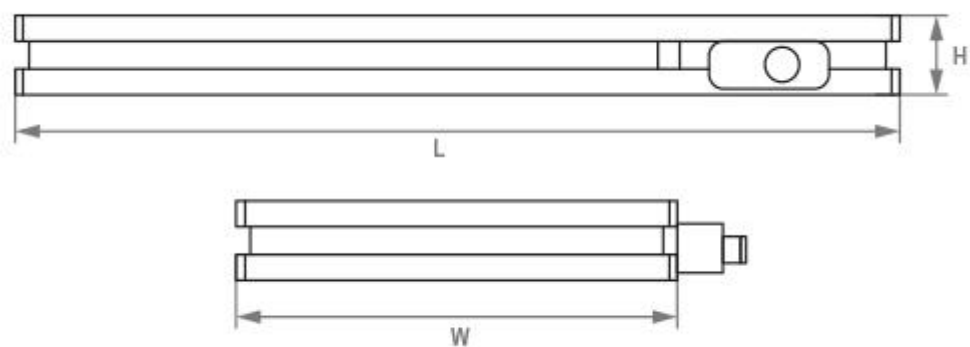
Velikost pólů: 50 × 50 mm

Magnetický upínač MM50580800 má 80 pólů, šířku 580 mm, délku 800 mm, výšku 51 cm a váhu 157 kg. Jeho dodání je možné za 6 – 7 týdnů a cena je 179 990 Kč bez DPH. Součástí balení je upínač, boční dorazy, šest metrů dlouhý opacerovaný napájecí kabel a certifikát.

Na přání zákazníka lze umístit vývod na magnetu na jiné místo, možnost zvolit závity pro pólové nástavce a otvory pro přichycení ke stolu.



Obrázek č. 11: Elektro-permanentní magnetický upínač MASTERMILL
(Zdroj: 24)



Obrázek č. 12: Náskres elektro-permanentního magnetického upínače
(Zdroj: 24)

	NEOMC300600	NEOMC250400	NEOS800	BJP500800	MM50580800
Způsob upínání	permanentní	permanentní	permanentní	elektromagnetické	elektropermanentní
Přívod elektrického proudu	ne	ne	ne	ano	částečně
Způsob obrábění	frézování, broušení vrtání, hoblování		broušení soustružení	broušení	frézování broušení
Šířka [mm]	300	250		500	580
Délka [mm]	600	400		800	800
Výška [mm]	60	60	110	108	51
Průměr [mm]			800		
Hmotnost [kg]	80	45	420	261	157
Cena [Kč bez DPH]	44 165	32 450	236 355	123 136	179 990
Dodací lhůta	ihned	4 - 5 týdnů	7 - 8 týdnů	5 - 6 týdnů	6 - 7 týdnů
Upínací síla [N/cm ²]	160	160	140	130	170
Minimální velikost obrobku [mm]	15 x 15 x 6		35	35 x 35 x 3	50 x 100 x 12
Maximální přebroušení [mm]	10		5	7	6
Pólování	příčné		radiální	příčné	čtvercové

Obrázek č. 13: Shrnutí základních údajů o magnetických upínačích
(Zdroj: vlastní zpracování dle: 24)

3.3 Technicko-ekonomické vyhodnocení

Pomocí následující tabulky s vícekritériálním hodnocením variant lze dle požadavků podniku a zákazníků vybrat nejvhodnější magnetický upínač. S využitím bodovací metody bude stanoveno pořadí kritérií a přiděleny následující body. Ty představují: 0 – neuvedeno, 1 – vyhovuje, 2 – spíše vyhovuje, 3 – spíše nevyhovuje a 4 – nevyhovuje. Součtem bodů je nejnižší hodnota, podle které bude rozhodnuto o jejich výhodnosti.

	NEOMC300600	NEOMC250400	NEOS800	BJP500800	MM50580800
Způsob upínání	1	1	1	1	1
Přívod elektrického proudu	1	1	1	3	2
Způsob obrábění	1	1	3	4	2
Šířka [mm]	1	1	0	1	1
Délka [mm]	1	1	0	1	1
Výška [mm]	1	1	1	1	1
Průměr [mm]	0	0	1	0	0
Hmotnost [kg]	2	1	3	3	3
Cena [Kč bez DPH]	1	1	1	1	1
Dodací lhůta	1	1	2	2	2
Upínací síla [N/cm^2]	1	1	2	2	1
Minimální velikost obrobku [mm]	1	1	2	2	2
Maximální přebroušení [mm]	1	1	2	2	2
Pólování	1	1	1	1	1
Součet	14	13	20	24	20

Obrázek č. 14: Vícekritériální hodnocení parametrů upínačů

(Zdroj: vlastní zpracování)

Jako nejlepší upínací deska se jeví permanentní upínač modelu NEOMC250400 s rozměry 250 mm na šířku, 400 mm na délku, 60 mm na výšku a o hmotnosti 45 kg.

Tento model má permanentní magnetické upínání. To znamená, že oproti ostatním upínačům nespotřebovává elektrický proud a nevyžaduje žádné připojení pomocí kabelů. Jeho náklady zahrnuje jen pořizovací cena, která činí 32 450 Kč bez DPH. Při výpadku elektrického proudu navíc nedojde k přerušení magnetické síly, obrobek zůstane upnut na zařízení a nehrozí žádné nebezpečí v podobě zranění pracovníka či poškození výrobku a upínače.

Hlavní výhodou je univerzální použití – na frézování, broušení, vrtání a hoblování. Kombinace těchto způsobů obrábění na ostatních upínačích není možná. Při pořízení upínače specializovaného pouze na jeden nebo dva způsoby obrábění by společnost pravděpodobně musela zakoupit i jiné typy upínačů.

Výhodou jsou rozměry, které zajišťují, že na otočný stůl lze usadit dva upínače vedle sebe a je možné pracovat na obou deskách ve společném režimu. Například na jedné je možné frézovat a na druhé lze roboticky upnout díl. Toto rozhodnutí by však zdvojnásobilo pořizovací cenu na 64 900 Kč, což se nebere jako překážka, protože nehraje roli cena, ale přání zákazníků. Navíc tato cena by byla stále jednou z nejnižších mezi porovnanými upínači.

Jednou z výhod je možnost rozložení obrobků až do okrajů magnetické desky, to zaručuje rozložení magnetické síly po celé ploše. Pólová deska je zhotovena z jednoho kusu oceli, který je odolný vůči vysokým teplotám a tepelným deformacím při výrobním procesu a umožňuje tak přesné obrábění.

Zároveň tento upínač může jako jediný upínat vysokou silou malé součásti v rozměrech až $15 \times 15 \times 6$ mm. To je hlavním požadavkem společnosti i zákazníků.

Další výhodou oproti ostatním upínačům je vyšší limit přebroušení. Kdyby došlo například k pádu součásti při přemísťování, která by vytvořila značnou nerovnost na povrchu upínače, je možné povrch přebrousit až o 10 mm.

Z ekologické stránky je magnetické upínání naprosto vhodné díky dlouhé životnosti, minimální údržbě, nezávislosti na elektrickém proudu, vodotěsné konstrukci, snadné instalaci, rychlému a bezpečnému zacházení. Hmotnost magnetické desky je do 50 kg a nenastává tak problém s manipulací břemene. Základna je vyrobena z odolného a pevného materiálu, kdy při správném zacházení nedochází k žádnému porušení.

Podle průzkumu trhu 35 % zákazníků uvažuje o výrobě tenkostěnných dílů z magnetických materiálů. Z těchto 35 % by mohlo být 15 % potencionálních zákazníků, což by byl podíl trhu, který by podnik získal navíc.

Odhad pracnosti upnutí do mechanického upínače je 1 minuta, naopak odhad pracnosti upnutí do magnetického upínače je 20 sekund. Celková úspora času na upínání jednoho kusu je 40 sekund. Za předpokladu, že se upíná padesátkrát za jednu směnu, lze ušetřit celkem 33 minut. Ušetřených 33 minut by znamenalo 200 Kč v nákladech, přičemž 800 % tvoří vnitropodniková režie – konstrukce, amortizace, technologie, daně, úvěry, energie, výzkum, vývoj a další. Z toho vyplývá, že lze ušetřit 880 Kč za jeden den. Pokud by bylo v roce 250 pracovních dnů, znamenalo by to 220 000 Kč za rok, které by podnik uspořil při jednosměnném provozu.

Pořizovací cena dvou upínačů je 64 900 Kč, při denní úspoře ve výši 880 Kč by doba návratnosti za investici byla 74 dní.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vytvoření návrhu nových technologických možností (upínacích vlastností) pro otočný stůl obráběcího stroje a tím možné zvýšení počtu a spokojenosti potencionálních zákazníků ve společnosti TOS KUŘIM – OS, a.s., která produkuje kvalitní obráběcí centra obrovských rozměrů.

Společnost klade důraz na spokojenost všech svých zákazníků a splnění jejich očekávání a potřeb. V tomto směru soustavně zlepšuje kvalitu svých výrobků a poskytovaných služeb včetně spolupráce se zákazníky.

K naplnění tohoto cíle byla provedena analýza současného stavu vyráběného otočného stolu, kde byly popsány části, parametry, provedení, ovládání, montáž a dodání stolu. Při analýze došlo ke zjištění nedostatků v podobě upnutí součástí pomocí T-drážek, které nejsou dostatečné k upínání malých obrobků.

V části vlastního návrhu řešení jsem doporučila magnetické upínače a jejich různé typy. Ty jsem na základě parametrů a vlastností porovnála a následně za pomoci vícekritériálního hodnocení vybrala nejvhodnější. Ten by při možné realizaci vedl ke zlepšení stávajícího stavu společnosti a jejímu budoucímu vývoji.

Zároveň bylo provedeno technické a ekonomické zhodnocení při nově zavedené inovaci otočného stolu. Výsledkem je, že zaváděná zlepšení představují nové možnosti využití, značnou úsporu času, finanční úsporu a brzkou dobu návratnosti investice, která může značně ovlivnit rozhodování společnosti a zákazníka o zakoupení.

Výsledky této práce budou podniku sloužit při porovnávání stávajícího a nového stavu výrobku. Zároveň je určena pro rozhodování o zlepšení stávajícího stavu pro možnou realizaci vybraného návrhu. Případně může dojít ke změně kritérií a následnému hledání nových návrhů a řešení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [2] TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. Expert. ISBN 80-7169-955-1.
- [3] JUROVÁ, M. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.
- [4] LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [5] TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [6] Zákon č. 102/2001 Sb., Zákon o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků) ze dne 1. července 2001
- [7] HEŘMAN, J. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001, 167 s. ISBN 80-86175-15-4.
- [8] Strojírenství, *Management Mania* [online]. 2015 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/strojirenstvi>
- [9] BOTHE, O. *Strojárska technológia IV. pre strojárske učebné a študijné odbory*. Bratislava: Alfa, 1984. Edícia strojárskej literatúry
- [10] PÍČ, J. a P. BRENÍK. *Obráběcí stroje: (základy konstrukce a výpočtů)*. Praha: SNTL, 1970. Řada strojírenské literatury.
- [11] ŽENÍŠEK, J. *Teorie a konstrukce výrobních strojů: celostátní vysokoškolská učebnice pro skupinu studijních oborů Strojírenství a ostatní kovodělná výroba*. Díl 2., Obráběcí stroje. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988.
- [12] ŘASA, J. a V. GABRIEL. *Strojírenská technologie 3*. Díl 1, Metody, stroje a nástroje pro obrábění. Praha: Scientia, 2000. ISBN 80-7183-207-3.

- [13] Co jsou CNC stroje?, *FACTORY AUTOMATION* [online]. 2018 [cit. 2018-11-30].
Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/co-jsou-to-cnc-stroje-zjistete-co-umi/>
- [14] MAREK, J. *Konstrukce CNC obráběcích strojů IV.0*. Praha: MM publishing, 2018.
MM speciál. ISBN 978-80-906310-8-3.
- [15] PN 20 0550-1, *Otočný stůl ISN - Technické a dodací podmínky*, 2000.
TOS Kuřim - OS, a.s.
- [16] DVOŘÁK, L, 2010. Otočné stoly. *MM Spektrum* [online]. 2010 (4), 44 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/otocne-stoly-2.html>
- [17] JÁČ, I., P. RYDVALOVÁ a M. ŽIŽKA. *Inovace v malém a středním podnikání*.
Brno: Computer Press, 2005. Business books. ISBN 80-251-0853-8.
- [18] IMAI, M. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*.
1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0
- [19] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing, 2002,
424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- [20] *Historie a současnost*, 2008. Kuřim: TOS KUŘIM – OS, a.s.
- [21] *TOS Kuřim* [online]. 2018 [cit. 2018-11-30].
Dostupné z: <http://www.tos-kurim.cz/cz/>
- [22] *Příručka jakosti*, 2017. Kuřim: TOS KUŘIM – OS, a.s.
- [23] MICHELE, J. *O současném výrobku* [ústní sdělení]. TOS KUŘIM – OS, a.s.
Blanenská 1321/47, Kuřim. 28. 11. 2018.
- [24] *WALMAG* [online], [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: <http://www.walmag.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

CNC	computerized numerical control – počítačové číslicové řízení
NC	numerical control – číslicové řízení
OS	obráběcí stroje
TLK	tlačítka
TOS	továrny obráběcích strojů
TPV	technická příprava výroby

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Otočný stůl ISN 1000	25
Obrázek č. 2: Označování otočných stolů	26
Obrázek č. 3: Ideální průběh inovace	27
Obrázek č. 4: Základní rozměry otočných stolů INS 800 a 1000.....	38
Obrázek č. 5: Ovládací panel stolu	42
Obrázek č. 6: Permanentní magnetický upínač NEOMILL COMPACT	49
Obrázek č. 7: Nákres permanentního magnetického upínače.....	49
Obrázek č. 8: Permanentní magnetický upínač NEOSTAR	50
Obrázek č. 9: Elektromagnetický upínač BJP	52
Obrázek č. 10: Nákres elektromagnetického upínače.....	52
Obrázek č. 11: Elektro-permanentní magnetický upínač MASTERMILL.....	54
Obrázek č. 12: Nákres elektro-permanentního magnetického upínače	54
Obrázek č. 13: Shrnutí základních údajů o magnetických upínačích	55
Obrázek č. 14: Vícekriteriální hodnocení parametrů upínačů	56

SEZNAM TABULEK

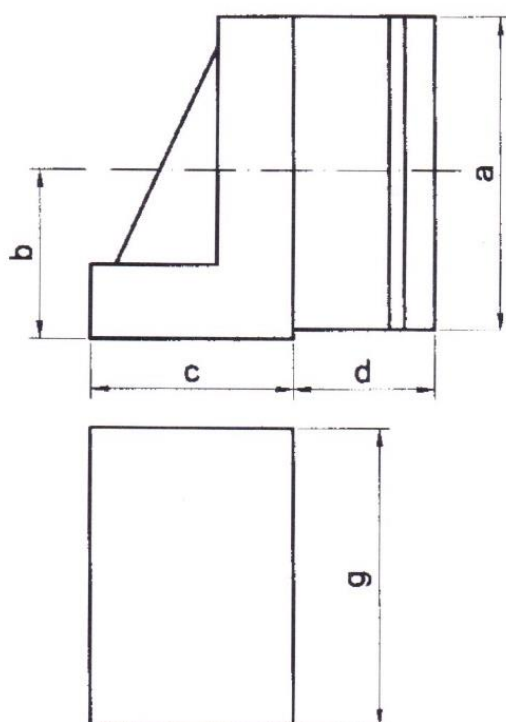
Tabulka č. 1: Technické parametry stolu.....	39
Tabulka č. 2: Základní příslušenství pro stoly se svislou osou otáčení	40
Tabulka č. 3: Základní příslušenství pro stoly s vodorovnou osou otáčení	41

SEZNAM PŘÍLOH

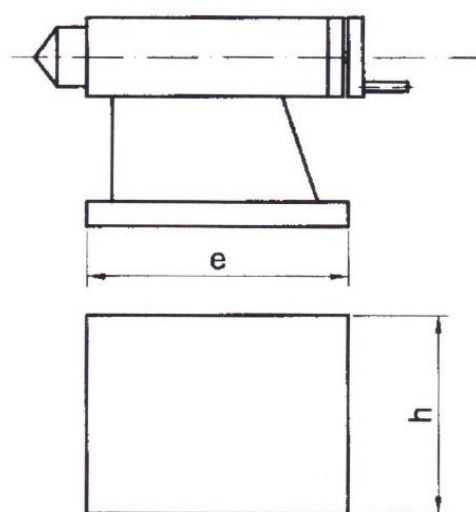
Příloha 1: Základní rozměry úhelníku a koníku	I
---	---

Příloha 1: Základní rozměry úhelníku a koníku

Úhelník



Koník



Rozměry v mm

Otočný stůl ISN	Rozměry						
	a	b	c	d	e	g	h
320	320	225	-	165	-	-	-
400	400	225	-	165	-	-	-
630	630	340	400	225	520	630	360
800	800	420	700	280	545	800	400
1 000	1 000	520	700	295	572	800	430